DIE
NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON
ARNOLD BERLINER

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE
UND
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 2 (SEITE 17—32) 9. JANUAR 1925 DREIZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften" erfolgt von Leipzig aus!

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 7.50 Goldmark (1 Gm. = $^{10}/_{42}$ Dollar nordamerikanischer Währung). Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft —.80 Goldmark zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, erbeten.

Preis der Inland-Anzeigen: $^{1}/_{1}$ Seite 90 Goldmark, Millimeter-Zeile 0.20 Goldmark. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigepreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadr.: Springerbuch. Reichsbank-Giro-Konto: — Deutsche Bank Berlin, Depositen-Kasse C.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Dreizehnter Jahrgang | 9. Januar 1925 | Heft 2

Zur Synthese der molekularen Asymmetrie.

Von A. BYK, Berlin.

Aus der verwirrenden Fülle der physikalischen und chemischen Einzelfragen treten von Zeit zu Zeit solche hervor, die Raum, Zeit und Kausalität betreffen und durch ihre grundsätzliche Bedeutung ein besonderes Interesse hervorrufen, das sich oft durch ganze Generationen von Forschern fortpflanzt. Zu diesen Fragen gehört diejenige der molekularen Asymmetrie, die insofern mit den geometrischen Grundlagen zusammenhängt, als sie dem Symmetrieprinzip eine reale Bedeutung für die Chemie zuweist und Fragen des zureichenden Grundes berührt, da unter symmetrischen Bedingungen die bevorzugte Entstehung eines von zwei optischen Antipoden nicht zu rechtfertigen scheint.

Da die Stereochemie vor kurzem ihr fünfzigjähriges Jubiläum gefeiert hat, so möchte ich die Gelegenheit wahrnehmen, den augenblicklichen Stand der Frage der Synthese der molekularen Asymmetrie zu kennzeichnen. Unter asymmetrischer Synthese versteht man nach E. FISCHER im engeren Sinne die einseitige Erzeugung asymmetrischer Moleküle eines Drehsinns unter Ausschluß des Antipoden, während die Entstehung von optischer Aktivität durch Spaltung einer bereits vorhandenen Racemverbindung von ihm als asymmetrische Analyse angesehen wird. Eine Synthese molekularer Asymmetrie, die die Erzeugung einseitig aktiver Substanzen ohne Zuhilfenahme bereits vorhandener einseitig aktiver Körper fordert, könnte dagegen sowohl eine asymmetrische Synthese wie eine asymmetrische Analyse im Fischerschen Sinne darstellen.

Für die Synthese molekularer Asymmetrie fallen von den bekannten Methoden zur Herstellung aktiver Körper alle diejenigen aus, die an die beiden klassischen Pasteurschen Spaltungen der Traubensäure durch fraktionierte Krystallisation von Salzen mit aktiven Basen und des Ammoniumracemats mittels der auswählenden Wirkung von Penicillium glaucum anknüpfen. Es sind dies diejenigen Verfahren, die auf der Verschiedenheit der Gleichgewichtsverhältnisse bzw. der Reaktionsgeschwindigkeiten beruhen, wenn man zwei optische Antipoden mit einseitig aktiven Körpern zusammenbringt. Übrig bleiben nur zwei ihrem Ursprunge nach ebenfalls auf PASTEUR zurückgehende Methoden, nämlich die der spontanen Spaltung inaktiver Lösungen durch getrennte Krystallisation des d- und des l-Körpers und die Spaltung inaktiver Körper durch innerlich asymmetrische Wirkungen physikalischer Natur.

Beide Methoden stehen in einem eigentümlichen Gegensatz zueinander. Während die der spontanen Spaltung überhaupt die erste war, die aus inaktivem Material aktives herzustellen erlaubte, hat sich bis heute trotz dauernd fortgesetzter Bemühungen noch keine direkte Synthese von Asymmetrie durch physikalisch-asymmetrische Einflüsse auffinden lassen[1]). Der Eifer, mit dem nach einem Effekt der zweiten Art gesucht worden ist, wird nur verständlich, wenn man die erste Art der Synthese nicht als eine solche ansieht, die grundsätzlich die Möglichkeit für die primäre Entstehung optisch-aktiver Substanzen in der unbelebten Natur gibt. Wir wollen klarzustellen suchen, worauf sich die Abneigung gründet, diese Methode gelten zu lassen, und wieweit diese Abneigung berechtigt ist oder nicht.

Bis auf PASTEURS Entdeckung, daß aus der Lösung des Natrium-Ammoniumracemats gleiche Mengen der entgegengesetzt drehenden d- und l-weinsauren Doppelsalze auskrystallisieren können, war das Drehungsvermögen gelöster Substanzen eine Eigentümlichkeit gewisser aus dem Pflanzen- und Tierreiche stammender Körper, die durch kein Mittel künstlich hervorgerufen werden konnte. Die von PASTEUR zur Spaltung benutzte Traubensäure war zur Zeit seiner Entdeckung noch nicht synthetisch, sondern ausschließlich als Produkt des Pflanzenreiches bekannt. Dieser Umstand schien ihm wesentlich. Nach seiner Auffassung verdankte die d- und l-Weinsäure in der natürlichen Traubensäure denselben Kräften in den Pflanzen ihren Ursprung wie die übrigen auch ohne Spaltung aktiven Verbindungen aus dem Pflanzenreich, etwa d-Weinsäure oder Zucker. Die spontane Spaltung hätte dann also keine Asymmetrie hervorgerufen, sondern nur eine bereits vorhandene molekulare Asymmetrie zur Beobachtung gebracht, die ihr vorher durch Kompensation entzogen war. Die Umstände, die in der Pflanze die Asymmetrie, sei es die des Zuckers, sei es die der in der Traubensäure enthaltenen d- und l-Weinsäuren, hervorrufen, müssen nach PASTEUR ihrer Natur nach asymmetrisch sein, wobei man sich vorzustellen hat, daß etwa bei der Entstehung der Traubensäure zwei entgegengesetzt asymmetrische Einflüsse in gleicher Stärke gewirkt haben. Dabei denkt PASTEUR durchaus an asymmetrische Einflüsse physikalischer Art, wie sie etwa in Gestalt des d- und l-zirkularen Lichtes später überwiegend für die Versuche der Synthese molekularer Asymmetrie herangezogen worden sind. Er ist nicht etwa Vitalist in dem Sinne, daß er nicht glaubt, daß derartige asymmetrische Einflüsse physikalischer Art auch im Laboratorium optisch aktive

[1]) Vgl. dazu A. BYK, Zeitschr. f. physikal. Chemie 49, 641. 1904, sowie G. BREDIG, Zeitschr. f. angew. Chemie 36, 456. 1923.



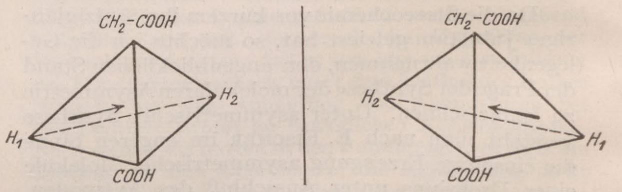
Substanzen erzeugen könnten. Er stellt nur fest, daß die bis dahin angewandten Laboratoriumsmethoden ausschließlich mit symmetrischen Mitteln arbeiteten und daß von diesen die Entstehung von Asymmetrie nicht zu erwarten, ja daß eine solche Entstehung grundsätzlich ausgeschlossen sei[1]). Bekräftigt wurde Pasteur in seiner Auffassung durch seine Entdeckung der Mesoweinsäure, eines Isomeren der Traubensäure, die sich nicht nach den von ihm aufgefundenen Methoden spalten läßt. Er nahm an, daß Laboratoriumsversuche ohne unsymmetrische Kräfte, wenn sie zur Synthese eines Körpers der Zusammensetzung der Traubensäure führen, stets nur die unspaltbare Mesoweinsäure liefern können. Er wurde demgemäß zu der Anschauung geführt, daß es für jeden aktiven Körper außer seinem Antipodengemisch eine nicht spaltbare Modifikation mit symmetrischem Molekül geben müsse.

Diese Auffassung wurde nun aber durch die Versuche von Jungfleisch[2]) widerlegt, der Traubensäure durch Totalsynthese aus rein anorganischen Materialien über die Bernsteinsäure hin herstellte und zeigte, daß sich diese Traubensäure genau wie die natürliche nach dem Pasteurschen Verfahren der spontanen Spaltung des Natrium-Ammoniumracemats in d- und l-Weinsäure zerlegen läßt. Jungfleisch meinte, damit die erste Synthese von molekularer Asymmetrie durchgeführt zu haben, und es ist zweifellos richtig, daß er sowohl d- wie l-Weinsäure im Laboratorium ohne jedes Eingreifen von Produkten des Pflanzen- und Tierreiches erhalten hat.

Aber auch gegenüber diesen Versuchen hielt Pasteur mit einer geradezu erstaunlichen Hartnäckigkeit an seiner Meinung fest und wollte, als gar nichts anderes mehr übrig blieb, organischen Staub in den Krystallisationsgefäßen, der hier die Wirkung der lebenden Substanz in den Prozeß einführen sollte, für die gelungene Spaltung verantwortlich machen[3]).

Wenn Pasteur die Möglichkeit leugnet, daß aus dem symmetrischen Molekül der Bernsteinsäure bei der Bromierung die beiden der d- und l-Weinsäure entsprechenden asymmetrischen Dibrombernsteinsäuren, wenn auch in gleicher Menge, entstehen können, so liegt dabei offenbar die mehr oder weniger deutliche Vorstellung zugrunde, daß ein System, das sich im labilen Gleichgewicht befindet, aus ihm nur durch einen einseitigen kleinen Anstoß herausgebracht werden kann, seine Gleichgewichtslage ohne einen solchen Anstoß aber nicht etwa darum verlassen wird, weil außer ihm noch sehr viele gleichartige Systeme vorhanden sind und weil etwa irgendeines dieser Systeme sein einseitiges Verlassen der Gleichgewichtslage durch ein einsinniges Herausgehen aus der Gleichgewichtslage im entgegengesetzten Sinne kompensiert. Im einzelnen bedeutet das, daß ohne einsinnige Einflüsse kein einzelnes Molekül Bernsteinsäure in d-Bernsteinsäuredibromid übergehen wird, weil irgendein anderes Molekül in l-Bernsteinsäuredibromid übergeht. Hierin hat Pasteur recht. Die Möglichkeit der Entstehung einer Racemverbindung unter den Umständen des Versuches von Jungfleisch ist in der Tat nicht durch ein bloßes ohne physikalischen Grund wirkendes Richtungsprinzip zu erklären, das nach Willkür und Zufall bald die d-, bald die l-Form begünstigt und nur durch eine Art prästabilierter Harmonie dafür sorgt, daß aus einer großen Anzahl von Bernsteinsäuremolekülen im ganzen merklich gleich viele d- und l-Dibrombernsteinsäuremoleküle entstehen.

Aber Pasteur hat unrecht, wenn er die Existenz einsinniger Richtungseinflüsse bei den einzelnen Bernsteinsäuremolekülen, die bei ihnen zur Asymmetrie führen können, leugnet. Wenn etwa ein Bernsteinsäuremolekül durch ein Tetraeder mit einem C-Atom im Zentrum und den 4 Gruppen H_1, H_2, COOH, CH_2COOH dargestellt wird (vgl. Figur), so wird bei Annäherung eines Brom-



Bildung enantiomorpher Brombernsteinsäuren.

moleküls an dieses Tetraeder eines der beiden H-Atome H_1 oder H_2 dem Brommolekül näher stehen als das andere, außer in dem durchaus singulären und daher sehr unwahrscheinlichen Falle, daß die Ebene, zu der H_1 und H_2 symmetrisch liegen, zugleich auch eine Symmetrieebene des Brommoleküls bildet. Eines der H-Atome ist also für die Substitution bevorzugt. Daß so ein asymmetrisches Brombernsteinsäuremolekül zustande kommt, ist vom Symmetriestandpunkt aus durchaus verständlich. Wir können die Symmetrieverhältnisse des Bernsteinsäuremoleküls, wenn wir seine Lage zu dem sich nähernden Brommolekül zugleich mit in Betracht ziehen wollen, dadurch zum Ausdruck bringen, daß wir der Verbindungslinie H_1H_2 einen Pfeil zuordnen, der angibt, auf welcher Seite der Symmetriebene von H_1H_2 sich der Schwerpunkt des Brommoleküls befindet. Das Tetraeder läßt sich dann trotz seiner zwei gleichwertigen Ecken H_1H_2 nicht mehr mit seinem Spiegelbild zur Deckung bringen, weil sich dabei die Pfeilrichtungen von Gegenstand und Spiegelbild nicht mehr decken würden. Dabei sind der Pfeil als solcher ebenso wie das Bernsteinsäuretetraeder als solches mit ihren Spiegelbildern durchaus noch deckbar. Zwei an sich symmetrische Gebilde können also sehr wohl ein asymmetrisches Gesamtsystem bilden. Pasteur fordert daher zuviel, wenn er zur Entstehung von mit ihrem Spiegelbilde nicht identischen Brombernsteinsäuremole-

[1]) Revue scientifique (3) 7, 4. 1884.
[2]) Compt. rend. 76, 286. 1873.
[3]) Revue scientifique (3) 7, 5. 1884.

külen verlangt, daß an dem Orte eines jeden einzelnen Bernsteinsäuremoleküls ein physikalisches Kraftfeld herrschen müsse, das selbst mit seinem Spiegelbilde nicht zur Deckung gebracht werden kann. Da die Lage der Brommoleküle gegenüber den Bernsteinsäuremolekülen eine rein zufällige ist, so werden bei einem System aus sehr vielen Molekülen, wie es bei der Reaktion vorliegt, die in der Figur durch Gegenstand und Spiegelbild ausgedrückten Zustände merklich gleich oft vorkommen, so daß das inaktive Gemisch der beiden enantiomorphen Brombernsteinsäuren entsteht. Im Gegensatz zu der Auffassung von Pasteur ist so die Entstehung der racemischen Traubensäure bei Jungfleisch auch ohne Eingriff von an sich unsymmetrischen physikalischen Kraftfeldern durchaus verständlich. So wird auch die Pasteursche Annahme[1]) überflüssig, es müsse zu jeder Racemverbindung eine zugehörige innerlich kompensierte Form von der Art der Mesoweinsäure existieren, da nur diese bei der Synthese unter symmetrischen Bedingungen entstehen könne. Erst durch die Beseitigung dieser Annahme ist die Bahn für die van 't Hoff le Belsche Theorie des asymmetrischen Kohlenstoffatoms freigeworden, die Racemkörper voraussehen läßt, zu denen keine unspaltbaren Formen gehören.

Man hat weiterhin dem Verfahren von Jungfleisch den Charakter einer Synthese von molekularer Asymmetrie deshalb absprechen wollen, weil es zwar aktive Krystalle liefere, aber diejenigen beider Enantiomorphen in gleicher Menge und weil sonach für die sich ausscheidende Krystallmasse als Ganzes wie für die Mutterlauge Kompensation der Aktivitäten bestehe.

Dieses Verhalten entspricht nun zwar den ursprünglichen Beobachtungen Pasteurs bei der spontanen Krystallisation des Natrium-Ammoniumracemats[2]). Aber schon Jungfleisch[3]) wollte einen kleinen Überschuß des l-Salzes in der Mutterlauge gefunden haben, dessen Drehung durch Zusatz von Borsäure sehr deutlich gemacht werden konnte. Der Versuch von Jungfleisch war insofern unübersichtlich, als es sich bei ihm nicht eigentlich um eine spontane Krystallisation handelte, weil er die Lösung mit je einem Krystall des d- und des l-Salzes impfte und man nicht wissen konnte, wieweit diese beiden Krystalle gleichartige Verhältnisse für die Krystallisation beider Enantiomorphen lieferten. Kipping und Pope[4]) haben daher das Experiment von Jungfleisch wiederholt und fanden zu ihrer Überraschung bei 10 voneinander unabhängigen Versuchen die Mutterlauge ausgesprochen linksdrehend. Den Widerspruch zwischen den letzteren Angaben und den ursprünglichen von Pasteur hat E. Erlenmeyer[5]) dadurch geglaubt beseitigen zu können,

[1]) Ann. de chim. et de physique 61, 485. 1861.
[2]) Ann. de chim. et de physique (3) 24, 458. 1848.
[3]) Bull. de la chim. soc. de Paris (2) 41, 225. 1884.
[4]) Nature 59, 53. 1898.
[5]) Biochem. Zeitschr. 52, 469. 1913.

daß nur die vor der Krystallisation vorübergehend auf höhere Temperaturen erhitzte Lösung sich spontan aktiviere. Jedoch findet er im Gegensatz zu Kipping und Pope kein eindeutiges Vorzeichen der Aktivierung der Lösung, indem diese in den Anfangsstadien der Krystallisation in unkontrollierbarer Weise bald eine Rechts-, bald eine Linksdrehung annimmt. Ähnliche Beobachtungen über ein ungleiches Verhalten der Enantiomorphen bei der spontanen Krystallisation sind auch beim Asparagin von Piutti[1]) und von H. Pringsheim[2]) gemacht und von E. Erlenmeyer[3]) dahin präzisiert worden, daß, wie im Falle der Natrium-Ammoniumtartrate, die spontane Aktivierung vorheriges Erwärmen der Lösung voraussetzt und daß das Vorzeichen der Aktivierung der Lösung dabei Sache des Zufalls ist.

Nun wären allerdings die einsinnigen Beobachtungen zugunsten des einen Enantiomorphen ebenso wie ihre Deutung durch Jungfleisch als verschiedenartige Löslichkeiten beider Formen in einem symmetrischen Mittel nach dem Satz vom zureichenden Grunde schlechthin unverständlich, und man würde sich nicht eher beruhigen können, ehe man nicht irgendeinen äußeren, einsinnig asymmetrischen Einfluß aufgedeckt hätte. Aber die Versuche von Erlenmeyer sprechen gegen die konstante Bevorzugung einer Form, und eine ihrem Vorzeichen nach zufällige spontane Aktivierung ist zwar überraschend, aber vom Symmetriestandpunkte aus keineswegs unbegreiflich.

Freilich wird man die von Erlenmeyer versuchte Erklärungsweise schwerlich zugeben können. Nach ihm sollen zwei enantiomorphe Moleküle, die gleichgerichteten Drehkräften (Wärmestößen) unterliegen, infolge dieser Drehkräfte in zwei neue molekulare Systeme umgewandelt werden können, die nun nicht mehr zueinander spiegelbildlich sind und sich daher etwa durch verschiedene Löslichkeit unterscheiden können. Demgegenüber aber ist zu bemerken, daß Drehkräfte entgegengesetzter Richtung wieder die spiegelbildlichen Formen der beiden neuentstandenen Molekülarten erzeugen werden, von denen jetzt das Drehprodukt der d-Form die geringere Löslichkeit haben wird, wenn diese bei der ersten Art der Drehung dem Produkt der l-Form zukam. Da aber infolge der molekularen Unordnung Drehstöße der einen wie der anderen Richtung gleich wahrscheinlich sind, so wird im Mittel keine Bevorzugung des einen Enantiomorphen zustande kommen können. Wesentlich für die Ausgleichung der Wirkungen ist dabei die außerordentlich große Anzahl der in der Lösung in Betracht kommenden Moleküle, die die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung gestattet.

Will man die wenn auch ihrem Vorzeichen nach zufällige merkliche Aktivierung der Mutterlauge verstehen, so braucht man einen Prozeß, der sich

[1]) Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. 19, 1691. 1886.
[2]) Zeitschr. f. physiol. Chemie 65, 91. 1910.
[3]) a. a. O. S. 452.

innerhalb des Systems wenn auch häufig, doch nicht so oft an beiden Enantiomorphen wiederholt, daß die Zufälligkeiten der Einzelprozesse durch ihre große Anzahl praktisch ausgeglichen werden. Ein solcher Prozeß ist die Bildung der Krystallkeime, mittels deren die Ausscheidung, sei es der d-, sei es der l-Form, erfolgt. Krystallkeime, deren Anzahl im Verhältnis zur Gesamtzahl der Moleküle der Lösung außerordentlich klein ist, werden sich bilden, wenn in der Lösung sich eine ausreichende Anzahl von Molekülen, z. B. der d-Form, in solcher Weise begegnen, wie es eben für die Bildung des Krystallkeims erforderlich ist. Die Bildung der einzelnen Krystallkeime sind voneinander unabhängige Ereignisse, und die Wahrscheinlichkeitstheorie wird nur fordern, daß für eine sehr große Anzahl von Keimen sich das Verhältnis der d- und l-Keime unbegrenzt der 1 nähert, so daß dann keine merkliche einseitige Aktivität der Lösung oder des Bodenkörpers als Ganzen entstehen kann. Ist die Anzahl der Keime aber keine allzu große, so können sich sehr wohl zufällig merklich mehr d- oder auch in anderen Fällen merklich mehr l-Keime bilden. Was man aber vom Standpunkte des zureichenden Grundes aus fordern muß, ist, daß bei einer größeren Versuchsreihe die Lösungen im Mittel ebenso oft und stark rechts- wie linksdrehend werden.

Es ist hiernach unzweifelhaft möglich, bei der spontanen Krystallisation aus den inaktiven Lösungen von synthetischem Natrium-Ammoniumracemat aktive Lösungen auch ohne die als willkürlich beanstandete[1]) Auslese der Krystalle eines Vorzeichens mit Pinzette und Lupe, bei der der auswählende Experimentator als organisches Wesen eine ähnliche Rolle wie das Penicillium glaucum der Pasteurschen Pilzspaltungsmethode spielt, zu erhalten. Man braucht dazu nur die Krystallisation in ihren Anfangsstadien zu unterbrechen. Aber an Stelle der willkürlichen Krystallauswahl ist ein anderer eigentümlicher Mangel des Verfahrens getreten. Man weiß nämlich von vornherein nicht, ob es zur d- oder l-Form führen wird, und man wird bei einer hinreichend ausgedehnten Versuchsreihe beim Mischen sämtlicher erhaltener Lösungen notwendig eine inaktive Lösung erhalten. Wie weit man dieses Resultat als eine Synthese von molekularer Asymmetrie ansehen will, ist lediglich Sache der Definition.

Eine wirkliche Bedeutung gewinnt die Frage erst dadurch, daß man sie in der Form stellt, ob ein derartiger Vorgang in der unbelebten Natur grundsätzlich imstande ist, vorher nicht vorhandene molekulare Asymmetrie zu erzeugen. In der aktiven Lösung hat man jedenfalls ein Material, auf das die Pasteursche Spaltungsmethode der Salzbildung mit aktiven Basen und Säuren anwendbar ist, die z. B. auch die Spaltung der racemischen Zuckerarten ermöglicht. Diese prinzipielle Möglichkeit ist ganz unabhängig davon, ob wir imstande sind, eine bestimmte aktive Lösung und eine bestimmte Reaktionsfolge mit im übrigen inaktiven Materialien anzugeben, die bei der Entwicklung der biologischen Arten zu den typischen asymmetrischen Verbindungen des Pflanzen- und Tierreiches geführt haben. Die Bildung aktiver aus inaktiven racemischen Lösungen durch partielle Krystallisation würde bei Bejahung obiger Frage das Problem der primären Entstehung optisch-aktiver Substanz in dem gleichen Umfange lösen, wie die Pasteursche Methode der Spaltung mittels aktiver Basen und Säuren die Frage der Bildung aktiver Substanzen in den bereits aktive Substanzen enthaltenden Pflanzen- und Tierorganismen erledigt. Denn auch die letztere Methode zeigt zunächst nur prinzipielle Möglichkeiten, nicht aber die Reaktionsfolgen im einzelnen, die in der lebenden Zelle zu den typischen aktiven Verbindungen des Pflanzen- und Tierreiches führen.

Immerhin bleibt bei der primären Synthese der Asymmetrie zunächst die grundsätzliche Frage bestehen, ob partielle Krystallisation der racemischen Lösungen zu dauernd einsinniger Asymmetrie führen kann. Das ist möglich, wenn die durch Urzeugung entstandenen Individuen einer bestimmten einfachsten biologischen Art den Ursprung ihrer asymmetrischen Körperbestandteile aus einer einzigen Mutterlauge einer spontan mit einem bestimmten Vorzeichen aktivierten Lösung herleiten, d. h. wenn das Leben jeder einzelnen einfachsten biologischen Art, deren es allerdings außerordentlich viele verschiedene geben mag, einmalig an einer bestimmten Stelle der Erde entstanden ist und sich von dort aus durch sekundäre Zeugung weiter verbreitet hat[1]). Bei der außerordentlichen Seltenheit der Umstände, die zur Urzeugung Gelegenheit gegeben haben dürften, spricht viel für eine solche Annahme. Sache des physikalischen Chemikers kann es natürlich nur sein, diese Frage in ihrem Verhältnis zur primären Entstehung optisch-aktiver Substanz zu formulieren. Zu beantworten hätten sie die Biologen.

Würde diese Frage positiv beantwortet, so wäre die Existenz der einseitig asymmetrischen Flora und Fauna auf Erden eine Schwankungserscheinung, d. h. eine jener Modifikationen der aus der Vorstellung kontinuierlich verbreiteter Massen hergeleiteten Naturgesetze, die durch die zugrundeliegende molekulare Struktur der Körper bedingt sind. Es handelt sich hier aber nicht um Schwankungen um einen Gleichgewichtszustand herum wie etwa bei den Konzentrationsschwankungen, die an einzelnen Stellen einer Lösung die Konzentration zeitweilig vom Mittelwerte abweichen lassen, sondern um Schwankungen um den normalen Verlauf eines Prozesses herum, nämlich der zeitlichen Verminderung der Konzentrationen der d- und l-Form in der übersättigten Lösung durch die heterogene Reaktion der Krystallisation. Derartige molekulare Schwankungen bei Vorgängen, die erst zu einem

[1]) Japp, Nature 58, 458.

[1]) Vgl. hierzu G. F. Fitzgerald, Nature 58, 545. 1898.

Gleichgewicht führen sollen, kennen wir auch anderweitig, z. B. bei der Stromleitung durch Elektronen (Schroteffekt)[1]) und bei der Ummagnetisierung von Eisen[2]), wo die Verstärkerröhren die Schwankungen als Wechselströme telephonisch erkennbar machen.

Wie bei der Brownschen Bewegung der zufällige Charakter der Erscheinung an dem einzelnen Molekül auf die sehr viel größeren Komplexe der Teilchen der Suspension übertragen wird, so daß man gewissermaßen ein vergrößertes Bild der Wärmebewegung erhält[3]), so fände bei der Asymmetrie unter Vermittelung der Krystallisationskeime und der organischen Vermehrungsfähigkeit der biologischen Arten ebenfalls eine Übertragung der Erscheinung von den Molekülen auf außerordentlich viel größere Komplexe statt, so daß sie schließlich in einer Erscheinung von tellurischem Ausmaß bei der Aktivitätsverteilung im Pflanzen- und Tierreiche zum Ausdruck käme.

Würde dagegen die oben an die Biologen gestellte Frage negativ zu beantworten sein, dürfte

[1]) SCHOTTKY und HARTMANN, Zeitschr. f. Physik 2, 206. 1921.

[2]) BARKHAUSEN, Physikal. Zeitschr. **20**, 401. 1919.

[3]) Vgl. etwa NERNST, Theoretische Chemie (8. bis 10. Aufl. 1921), S. 223.

also die zufällige Entstehung von Asymmetrie bei der spontanen Krystallisation wegen des nach dem Gesetz der großen Zahlen zu erwartenden Ausgleichs der Zufälligkeiten für die primäre Entstehung optisch-aktiver Substanz nicht verantwortlich gemacht werden, so bliebe nur die Möglichkeit einer Entstehung infolge eines mit seinem Spiegelbilde nicht deckbaren physikalischen Kraftfeldes, das wegen seines kosmischen Charakters eine regelmäßige Verteilung der Erscheinungen über die ganze Erdoberfläche hin erwarten läßt[1]). Als derartiges Kraftfeld kommt bekanntlich in erster Linie dasjenige des zirkular polarisierten Lichtes in Betracht.

Wenn wir so heute, dreiviertel Jahrhunderte nach PASTEURS Entdeckung und ein halbes nach Entstehung der Stereochemie, die Frage nach dem Ursprung der molekularen Asymmetrie noch nicht mit Sicherheit beantworten, sondern nur eine Alternative für ihre Beantwortung aufstellen können, so möchte dies als ein dürftiges Ergebnis so vieler Mühe und Arbeit erscheinen. Aber wir dürfen nicht vergessen, daß es sich um eine der großen Grundfragen handelt, in denen jeder Fortschritt unserer Erkenntnis doppelt und dreifach zählt.

[1]) Vgl. BYK, a. a. O., S. 663.

Zwischenprodukte im Stoffwechsel der höheren Pflanze.

Von G. KLEIN, Wien.

Es war auch schon den älteren Physiologen längst klar, daß Aufbau und Abbau so komplizierter Stoffe wie der Kohlehydrate, Fette und Eiweißkörper nicht in einem Hub vom Ausgangs- bis zum Endprodukt stattfinden könne, sondern bei der eigenartigen chemischen Tätigkeit und den spezifischen chemischen Mitteln des Organismus, bei der dabei nötigen Energieverwendung und -verschiebung über reaktionsfähige Zwischenstufen führen müsse. Dementsprechend bewegte man sich in der Stoffwechselphysiologie solange an der Oberfläche der Erscheinungen, als man nur die vom Organismus aufgenommenen und die als Stoffwechselendprodukte oder Reservestoffe in größeren Mengen wieder greifbaren Stoffe kannte und deren quantitative und evtl. auch qualitative Verschiebung durch alle möglichen Änderungen der „Außenfaktoren" studierte. Von den im Stoffwechsel „aktiven" Stoffen wußte man dabei noch nichts, wußte auch nichts von der Art dieser Stoffe und der Form ihrer Wandlung im Organismus und hatte keinen Einblick in das spezifische Laboratoriumsgetriebe des Lebenden.

Dank der zentralistischen Organisation des Tierorganismus in Verdauungstrakt, Blutbahn usw. hat sich die Tierphysiologie bereits einigen Einblick in Fett- und Eiweißstoffwechsel verschafft, die Abbaustufen der Kohlehydrate aber waren bis vor kurzem unbekannt.

Es bedeutete einen gewaltigen Fortschritt, als es NEUBERG in vieljähriger Arbeit zuerst gelang, bei Gärungsorganismen (verschiedenen Bakterien und Pilzen), später bei den Kaltblütern und schließlich unter größeren Schwierigkeiten bei den Warmblütlern zu zeigen, daß wohl bei allen Heterotrophen der Abbau der Kohlehydrate, die physiologische Verbrennung dieser spezifischen Energiequellen, die *Atmung*, über Acetaldehyd läuft. Diese physiologische Tat zeigt gleichzeitig zum erstenmal die Bedeutung der reaktionsfähigen Aldehydgruppe im Organismus und erinnert an die seinerzeitige Auffassung LOEWS, daß die reaktionsfähigen Aldehydgruppen am Eiweiß die aktiven seien, die die wunderbare Reaktionsfähigkeit des Plasmas erklären könnten; eine Auffassung, die in *der* Form wohl nicht standhielt, die aber hiermit in neuem Gewande als gesicherte Tatsache erscheint.

Gerade in der grünen Pflanze aber, in der sich der Aufbau der genannten wichtigsten Körperklassen des Organismus aus einfachsten anorganischen Bausteinen, aus Kohlensäure bis zum energetisch und physiologisch hochwertigen Kohlehydrat und vom Nitrat des Bodens bis zum Eiweißmolekül autogen vollzieht, in der somit die energetisch, chemisch und biologisch bedeutungsvollsten Umsetzungen stattfinden, konnte man Zwischenprodukte bis vor kurzem nicht greifen. Die Pflanzenphysiologie war über Hypothesen nicht hinausgekommen. Das liegt nicht zuletzt in der durch die Bauform gegebenen, mechanischen und physiologischen Isoliertheit der Einzelzelle innerhalb des vielzelligen Organismus, in der geringen Umsetzungskapazität der Einzelzelle der vielzelligen Pflanze, in der Schwierigkeit, aus der abgekapselten Zellmasse Resultate herauszuholen und die geringen Mengen von Zwischenprodukten aus dem Ballast von Lipoiden, Eiweißstoffen usw. zu isolieren.

In zweijähriger Arbeit ist es mir mit meinen Mitarbeitern KISSER, PIRSCHLE und WERNER gelungen, mit neu durchgearbeiteter Methodik bei den drei

Fundamentalprozessen der grünen Pflanze, der Kohlensäureassimilation, der Atmung und der Stickstoffassimilation zum erstenmal Zwischenprodukte eindeutig zu greifen, über die im folgenden kurz referiert werden soll.

Kohlensäureassimilation: Seitdem vor nun mehr als 50 Jahren Baeyer seine berühmte Formaldehydhypothese aufgestellt, waren hunderte von Untersuchungen darauf gerichtet, den Formaldehyd als Assimilationsprodukt nachzuweisen. Die zusammenfassende Kritik Schröders wie die umfassende Arbeit Willstätters haben auf diesem Gebiete reinen Tisch geschaffen. Alle geglückten Versuche, synthetisch mit chemischen oder physikalischen Mitteln aus Kohlensäure Formaldehyd darzustellen, sprechen für die Hypothese, können aber nichts beweisen; alle Arbeiten, auf analytischen Wege den Formaldehyd aus der Pflanze zu isolieren, sind irrig oder doch nicht beweisend, ebenso wie alle Arbeiten auf physiologischem Weg durch Formaldehydfütterung die Bedeutung dieses für die Pflanze indirekt zu erschließen. Selbst Willstätter konnte nach seinen langjährigen, großzügigen Untersuchungen den Formaldehyd nur theoretisch als Zwischenstufe postulieren, ein Nachweis bei der Assimilation war auch ihm nicht möglich. Diese Ergebnisse waren für uns nicht ermutigend. In der Tat zeigten mir Versuche, die ich vor 4 Jahren unternommen, mit dem von Willstätter erprobten, auf Formaldehyd spezifisch gestalteten Schiffschen Reagens im assimilierenden Blatt den Formaldehyd zu erfassen, die Unmöglichkeit, auf diesem qualitativen Wege zu einem eindeutigen Resultate zu gelangen. Erst der von Neuberg beschrittene Weg, möglichst unschädliche Stoffe in den lebenstätigen Organismus einzuführen, welche die sehr rasch durcheilte Zwischenstufe am Ort des Entstehens abfangen und anreichern, gaben uns eine Möglichkeit, neuerlich einen Versuch zu unternehmen. Die Schwierigkeiten waren gerade bei diesem Prozesse sehr groß. Vor allem ist die Kohlensäureassimilation von sehr vielen Faktoren im Organismus und außerhalb desselben abhängig und auch gegen geringe Änderungen der optimalen Bedingungen recht empfindlich, wie jeder Pflanzenphysiologe aus eigener Erfahrung weiß. Von Abfangmitteln hat sich nur Dimedon als brauchbar erwiesen. Gerade dieses aber ist als lipoidlöslicher Körper ein Narkoticum und die CO_2-Assimilation ist gegen Narkotica tausendmal empfindlicher als die Atmung. Demnach mußte eine Konzentration gesucht werden, die den Prozeß noch nicht alteriert, aber doch zur Abfangung wenigstens eines Teiles des Zwischenproduktes ausreicht. Zur Darstellung und Charakterisierung des entstandenen Produktes war die Neubergsche Methode nicht anwendbar und mußte eine neue Methodik ausgearbeitet werden. Auch die richtige Wahl des Versuchsobjektes war wesentlich. Nach hunderten von Versuchen war es uns gelungen, bei voller Intensität der Assimilation relativ geringe Mengen des Formaldimedonproduktes zu fassen. Die gefundenen Mengen betragen $^1/_{50}$ bis $^1/_{100}$ der nach theoretischer Berechnung entstandenen, was unter den gegebenen Bedingungen ein Maximum des Erreichbaren darstellt. Da auf die Methode hier nicht eingegangen werden kann, möge der Hinweis genügen, daß wir aus 10 g Elodea als Assimilationsmaterial 0,1—3 mg Formaldimedon erhielten, das mit mikroskopischem Schmelzpunktsapparat eindeutig charakterisiert werden kann. Mit dieser Klärung des analytischen Weges ist aber noch keineswegs das Entstehen des Formaldehyds als Zwischenprodukt bei der Assimilation erwiesen, da ja auch andere Möglichkeiten seiner Entstehung gegeben erscheinen. Es war die nächste Aufgabe, durch Erkennung aller möglichen Fehlerquellen und Einengung der Versuchsbedingungen den Beweis hierfür zu liefern. Nach Prüfung der Reinheit des Arbeitsraumes, der Reagenzien usw. konnten wir zeigen, daß Chlorophyllextrakt, Gereibsel von farblosem und grünem Gewebe, im Licht und Dunkel, mit und ohne CO_2 bei unserer Versuchsanstellung Formaldehyd nicht zeigen, daß die intakte Pflanze im Dunkel und bei Belichtung im CO_2-freien Raum Formaldehyd nicht abspalten, daß bei schwacher Assimilation im schwachen Licht kaum Spuren von Formaldehyd auftreten und daß demnach Formaldehyd nur bei voller Assimilation unter optimalen Licht- und CO_2-Verhältnissen greifbar ist, *wodurch der Beweis erbracht erscheint, daß der nachgewiesene Formaldehyd faktisch als Zwischenstufe bei der Kohlensäureassimilation anzusprechen ist.* Es muß betont werden, daß bei den Gewebebreiversuchen, bei der intakten Pflanze im Dunkeln und im CO_2-freien Raum Acetaldehyd auftritt, der als Atmungsprodukt zu charakterisieren ist, wovon später noch zu sprechen sein wird. Auch bei der normalen Assimilation erhält man unter entsprechend geänderten Versuchsbedingungen (z. B. wenn man nach der Belichtung die Pflanzen über Nacht in Dimedonlösung stehen läßt), neben Formaldehyd auch Acetaldehyd als Atmungsprodukt. Die beiden Homologen lassen sich voneinander trennen und schmelzpunktsmäßig bestimmen. Wir sind daran, parallel zur Photosynthese der grünen Pflanze den chemosynthetischen Assimilationsvorgang bei autotrophen Bakterien zu prüfen.

Atmung: Bekanntlich ist die Atmungsgröße der grünen Pflanze um ein Vielfaches geringer als bei den heterotrophen Organismen, bei den Bakterien und Pilzen sowohl wie bei den Tieren. Der eminente Vorteil, der Neuberg bei seinem ersten Versuchsobjekt, der Hefe, den Erfolg der Abfangung des Zwischenproduktes sicherte, war eben sein Versuchsobjekt. Ein einzelliger, submerser Organismus, von hoher Resistenz, mit optimal aufnehmender Oberfläche, mit der für so viele Einzeller charakteristischen enormen Umsetzungskapazität und mit der spezifischen Eigentümlichkeit eines Gärungsorganismus, die Ausgangsstoffe nicht bis zum Endprodukt, sondern nur bis zu einer Zwischenstufe umzusetzen, was bei gleicher gewonnener Energiemenge ein Vielfaches an Ausgangsmaterial und Zwischenprodukt bedeutet. Aber schon Neuberg hatte beim *Gewebe* der höheren Tiere große Schwierigkeiten und minimale Mengen von Zwischenprodukt gefunden und wir fanden durch die celluläre Kammerung des Pflanzengewebes und die riesige Ballastmenge von Lipoiden, Eiweißstoffen usw. erhöhte Schwierigkeiten neben der schon betonten, viel geringeren Atmungsgröße der Pflanzen überhaupt.

Als Versuchsmaterial kamen nur die am stärksten atmenden Organe der Pflanzen, Knospen, Blüten und Keimlingsgewebe in Betracht. Die Methode mußte diesen letzteren Objekten erst wieder unter großen Schwierigkeiten angepaßt werden.

Alle diese Organe aber geben intakt wie im möglichst sterilen Autolysat eindeutig Acetaldehyd als Zwischenstufe bei der Atmung, in einer Ausbeute, die der Neubergschen am tierischen Gewebe mindestens gleichkommt. Damit ist ein neuer Parallelismus zwischen Pflanze und Tier in einem Fundamentalprozeß jeder Zelle, der Atmung aufgezeigt. Schon gelegentlich von Abbauversuchen von Stärke durch Insulin konnten wir am Ende der Versuche bedeutende Mengen Acetaldehyd finden und überzeugten uns auch bei

unseren Gewebeversuchen, daß sowohl tierisches wie pflanzliches Insulin verschiedener Herkunft die Atmung und damit die Bildung von Acetaldehyd um das Zwei- bis Dreifache steigert, was sich wieder mit den jüngsten Untersuchungen NEUBERGS am tierischen Gewebe deckt. Damit stimmt vollkommen, daß Bohnenkeimlinge (PORTHEIM stellte seine Insulinpräparate aus Bohnen dar) schon ohne Insulinzugabe das Doppelte der Ausbeute gegenüber andern Keimlingsarten zeigten. Wir sind nun damit beschäftigt, die Verwertbarkeit der wichtigsten, für die Pflanze charakteristischen Körperklassen (Zucker, organische Säuren, Aminosäuren usw.) für die Atmung zu studieren.

Stickstoff-Assimilation: Die Verarbeitung der anorganischen Stickstoffverbindungen bis zum Eiweiß ist vom physiologischen wie methodischen Standpunkt in zwei Prozesse zu gliedern, die eigentliche Assimilation des anorganischen N zum ersten organischen N-Produkt, sagen wir zu den Aminosäuren, und deren weiteren Aufbau zum Eiweißmolekül. Der erste physiologisch wichtigere Prozeß war bis vor kurzem nur hypothetisch behandelt; nur diesen haben wir studiert, speziell die Wandlungen vom Nitrat bis zur Aminosäure. Die bisherigen sicheren Ergebnisse seien kurz zusammengestellt. Die Pflanze nimmt die N-Salze praktisch nur mit den Wurzeln aus dem Boden. Hierfür kommen fast ausschließlich Nitrate und Ammoniumsalze in Betracht. Bei Einhaltung der richtigen physiologischen Bedingungen (Reaktion usw.) können beide N-Verbindungen gleich gut als N-Quelle verwertet werden, wenn auch manche Pflanzen mehr an NO_3 und andere mehr an NH_4 angepaßt sind. Im allgemeinen werden im Licht die Nitrate, im Dunkeln die Ammonsalze besser ausgenützt. Entgegen der früher herrschenden Ansicht von SCHIMPER, daß die Nitrate nur im grünen Blatt bei Belichtung, also photosynthetisch assimiliert werden, ist jetzt erwiesen, daß jede Zelle hierzu befähigt ist, vorausgesetzt daß genügend Kohlenhydrate als Energiequelle vorhanden sind. Demnach hat das Licht im grünen Blatt, wo die N-Assimilation unzweifelhaft besonders begünstigt ist, eine indirekte Wirkung als Kohlehydratquelle; daneben aber kommt dem Licht auch eine direkte Wirkung zu, die WARBURG in einer Permeabilitätserhöhung sieht und von der später noch zu sprechen sein wird.

Erst die letzten Jahre brachten eindeutige Resultate über Zwischenstufen bei der N-Assimilation und zwar von KOSTYTSCHEW bei niederen Pilzen (Penicillium, Mucor) und von WARBURG bei der einzelligen Grünalge Chlorella. KOSTYTSCHEW zeigte zum erstenmal mit einwandfreier Methodik, daß die genannten Pilze das gebotene Nitrat zu Nitrit und dieses bei Zuckerüberschuß weiter zu Ammoniak reduzieren und daß dann Aminosäuren auftreten, alle diese Körper im Außenmedium, da sich die N-Quantität und -Qualität *in* den Hyphen während des ganzen Versuches nicht ändert. WARBURG fand bei Chlorella nur NH_3 als Reduktionsprodukt, NO_2 trat bloß bei Sauerstoffmangel auf. Für die höhere Pflanze gab es bisher nur eine Reihe von Hypothesen. Die eine Gruppe von diesen nimmt partiellen Abbau des Nitrats zu einer reaktionsfähigen Zwischenstufe (Hydroxylamin, Formhydroxamsäuren, Blausäure) an, die andere Auffassung eine vollständige Reduktion des NO_3 bis zu NH_3. In allen Fällen müßte dann eine Koppelung des betreffenden N-Produktes mit einem N-freien Körper des Organismus zur Aminosäure stattfinden. Die ersten Annahmen sind abgesehen von theoretischen Schwierigkeiten physiologischer wie chemischer Natur durch nichts erwiesen, die zweite entschieden einfachste und natürlichste Annahme der Reduktion bis zum NH_3 hat sich nach dem Vorerwähnten bei niederen Organismen bereits bestätigt und war eben für die höheren Pflanzen zu überprüfen.

Ausschlaggebend für das Gelingen war meines Erachtens in erster Linie der einzuschlagende Weg, speziell der Ort, an dem man die Zwischenstufen suchen sollte. Dabei gingen wir von der Überzeugung aus, daß man wenigstens vorläufig im Blatt, an einer sekundären Lagerstätte der Nitrate, wo primäre, sekundäre usw. Stufen der N-Verbindungen nebeneinander vorliegen, wo Aufbau und Abbau ständig neben- und durcheinander laufen, unmöglich eindeutige Resultate über Zwischenstufen erhalten könne.

Es erschien uns als die einzige Möglichkeit, Zwischenprodukte an ihrer primären Lagerstätte im Organismus, in der aufnehmenden Wurzel, zu suchen, worin wir durch unsere Erfahrungen bestärkt wurden, daß bei geeigneter Versuchsanstellung die wichtigsten Nährsalze (N, P, Fe) in einiger Entfernung von der aufnehmenden Wurzelhaarregion kaum mehr in anorganischer Form nachweisbar sind und die Tatsache, daß die Menge der Nitrate von der Wurzel bis zum Sproßgipfel rasch und bedeutend abnimmt und daß gebotene Ammoniumsalze im oberirdischen Sproß überhaupt kaum mehr greifbar sind. Demnach müssen schon in der Wurzel die Umwandlungen wenigstens eines Teiles der N-Salze zu organischen N-Verbindungen stattfinden.

Voraussetzung für die Auffindung der Zwischenstufen in der Wurzel war allerdings eine absolut sterile, leicht zu handhabende Kulturmethode, da jede Gegenwart von Bakterien und Pilzen (Nitrifikation bzw. Denitrifikation) die Resultate undiskutierbar machen muß. Diese Methode haben wir uns geschaffen.

Nun überzeugten wir uns bald, daß bei normaler Kultur von Pflanzen (Zea Mays als Gramineentypus, Phaseolus als Leguminosentypus) kaum greifbare Mengen von Zwischenprodukten auftreten und deshalb mußte eine Anreicherung versucht werden. Hierfür bewährten sich mehrere Wege. Entweder man hält die Pflanzen im Nitrathunger, wobei dann eine auf das Vielfache gesteigerte Umsetzungsgeschwindigkeit der nachträglich gebotenen Nitrate festzustellen ist oder man sättigt vorher mit N-Verbindungen, so daß dann die Umsetzung wohl verlangsamt ist, die Zwischenstufen dafür aber auch viel langsamer verwertet werden und dadurch eine Anreicherung eintritt. In beiden Fällen steigern wir die Anzahl der nicht-dissoziierten NO_3-Moleküle durch Darreichung von Nitrat-HNO_3, was von unseren Versuchspflanzen bis zu einem $p_H = 3$ auch längere Zeit ohne Schädigung ertragen wird. In allen Fällen konnten wir größere Mengen von NO_2 und NH_3 nachweisen.

Bei Kultur ohne Zucker tritt hauptsächlich NO_2 auf und zwar im Licht viel stärker als im Dunkeln, im Licht auch NH_3, im Dunkeln sehr wenig. Bei Zuckerdarreichung tritt nur anfänglich und recht wenig NO_2 auf, dafür aber NH_3 stark. Nach den gegebenen Versuchsbedingungen ist an ein Entstehen von NH_3 durch Desaminierung organischer N-Verbindungen nicht zu denken.

Die Frage nach der weiteren Koppelung des NH_3 zu Aminosäuren haben wir erst teilweise geklärt. So viel ist sicher, daß als Kohlehydratkomplexe nur Atmungsprodukte in Betracht kommen, da bei gleichzeitiger Abfangung des bei der Atmung entstehenden Acetaldehydes (natürlich ist nur ein Teil abfangbar) eine Anreicherung von unverbrauchtem NH_3 auf das Doppelte eintritt. Wir sind gegenwärtig daran, den bei der Koppelung in Betracht kommenden Körpern

näherzurücken. Ebenso soll untersucht werden, ob die aufgefundenen Zwischenprodukte NO_2 und NH_3 in einer Reaktionskette liegen, oder, was ja denkbar wäre, zwei getrennte Mechanismen vorliegen, von denen je nach den gegebenen Bedingungen der eine über NO_2, der andere über NH_3 führt.

Von besonderer Bedeutung scheint uns aber die Tatsache, daß NO_2 wie NH_3 nur in der Kulturflüssigkeit, nicht aber in der Wurzel nachweisbar sind, was von selbst an exoenzymatische Prozesse denken ließ. In der Tat konnten wir aus der Kulturflüssigkeit wie aus den Wurzeln und ebenso aus keimenden Samen Rohenzyme darstellen, die wie die intakten Pflanzen im sterilen NO_3-Medium NO_3 und NH_2 in beträchtlichen Mengen bildeten und zwar mehr als Parallelkulturen denitrifizierender Bakterien im selben Medium. Wir sind momentan noch nicht in der Lage, die Bedeutung dieser Tatsache abzugrenzen.

Damit wäre der erste Schritt zur Charakterisierung von Zwischenstufen bei den drei wichtigsten pflanzlichen Prozessen getan.

Literatur:

C. NEUBERG, Biochem. Zeitschr. **89**. 1918; **36**, 106. 1920; **96**, 281. 1919; **158**, 117. 1921; **114**, 134. 1922; **415**, 139. 1923; **527**, 146. 1924; **146** usw.

H. SCHRÖDER, Die Hypothesen über die chemischen Vorgänge bei der Kohlensäure-Assimilation und ihre Grundlagen. Fischer, Jena 1917.

R. WILLSTÄTTER und A. STOLL, Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. Springer, Berlin 1918.

S. KOSTYTSCHEW und E. TSWETKOWA, Über die Verarbeitung der Nitrate in organische N-Verbindungen durch Schimmelpilze. Zeitschr. f. physiol. Chemie 3, 171. 1920.

O. WARBURG und E. NEGELEIN, Über die Reduktion der Salpetersäure bei grünen Zellen. Biochem. Zeitschr. **66**, 110. 1920.

G. KLEIN und J. KISSER, Die sterile Kultur der höheren Pflanzen. Botanische Abhandlungen (herausg. v. Goebel), Heft 2, Jena 1924.

Besprechungen.

HELMHOLTZ's Treatise on Physiological Optics Translated from the third German Edition Edited by JAMES P. C. SOUTHALL Professor of Physics in Columbia University Volume I Published by The Optical Society of America 1924. XXI (I), 482 S. gr. 8° mit 149 + und einem Titelbild. Zu beziehen durch Prof. F. K. RICHTMYER, Secr. of the Opt. Soc. of America, Cornell University, I. Shaca, N. Y. Ver. St. v. Nordam. zum Preise von 7 $ = 29,40 G.-Mk. für den einzelnen Band.

Es handelt sich hier um den ersten Band der englischen Übersetzung des Helmholtzischen Handbuchs der physiologischen Optik. Da bereits 1916 im 4. Jahrgange dieser Zeitschr. auf S. 746/47 eine kleine Darstellung erschienen ist, die sich mit den ersten 50 Jahren des großen Helmholtzischen Werkes beschäftigte, so wird es nicht Wunder nehmen, wenn hier dem Erscheinen der lange vergeblich erwarteten Übertragung ins Englische einige Worte gewidmet werden.

Es ist hier nicht der Ort — und ganz selbstverständlich wäre es nicht eine dem Berichtenden zustehende Aufgabe, — über den Wert dieses Buches an sich zu sprechen: der steht über jeder Erörterung, und der Berichterstatter beschränkt sich darauf, allgemein wissenswerte Einzelheiten zu dieser Übertragung bekanntzugeben. Auch möchte er das große Verdienst des Herausgebers anerkennen, mit dem persönlich bekannt zu sein er sich zu einem besonderen Vorzuge rechnet. Man kann hier wohl darauf hinweisen, daß Herr SOUTHALL als der Verfasser neuzeitiger Werke über geometrische Optik von anerkanntem Lehrwert und als Hochschullehrer gerade für die physikalischen Grundlagen des Studiums der Brillenkunde zum Übersetzer dieses klassischen Buches in einem besonders hohen Grade geeignet war.

Bei der Versammlung der Amerikanischen Optischen Gesellschaft zu Rochester im Jahre 1921 wurde Helmholtzens hundertster Geburtstag festlich begangen und ein Sonderausschuß zur Vorbereitung und Förderung der nunmehr erscheinenden Übersetzung gewählt. In der Vorrede zur englischen Wiedergabe (S. V—VII) wird dankbar der Tätigkeit namentlich eines der Ausschußmitglieder, des Herrn ADOLPH LOMB, gedacht, der sich um dieses Zieles Erreichung besonders verdient gemacht hat. Man entschloß sich, die dritte deutsche Auflage zu Grunde zu legen, an der — man sehe die oben angeführte Darstellung — A. GULLSTRAND, J. v. KRIES und W. NAGEL † beteiligt waren. Im Laufe der Arbeit erwies es sich als wünschenswert, noch einen mit *VI. Ophthalmoscopy* überschriebenen Abschnitt aus A. GULLSTRANDS Feder hineinzunehmen. Er stammt aus dieses Verfassers Einführung in die Methoden der Dioptrik des Auges des Menschen. (Aus dem Handbuch der physiologischen Methodik, herausgegeben von R. TIGERSTEDT, Leipzig, S. Hirzel 1911. 180 S. 8°, 20 +; es handelt sich hier um die S. 55—90.) Mithin liegt auch für diesen ersten Band schon eine größere Erweiterung über den ursprünglichen deutschen Text vor. Die Erledigung der Aufgabe ist gut gefördert worden, denn die Unterschrift unter der englischen Vorrede stammt vom 1. Juni 1924.

Die Hauptarbeit der Übersetzung fiel auf den Herausgeber J. P. C. SOUTHALL, und sie konnte, wie schon gesagt, in keinen besseren Händen liegen: wo Stichproben gemacht wurden, haben sie eine musterhaft treue Wiedergabe des ursprünglichen Wortlautes feststellen lassen. Für den vorliegenden Band erfreute sich der Herausgeber der Unterstützung durch Herrn D. H. HOOKER von der Pittsburger Universität, der die anatomische Beschreibung des Auges, den Mechanismus der Akkommodation sowie den ungemein wichtigen IV. Gullstrandschen Zusatz, ebenfalls über den Akkommodationsmechanismus, übernommen hatte.

Die zusätzlichen Anmerkungen sind durch das alte Paragraphenzeichen ¶ hervorgehoben und mit den eingeklammerten Anfangsbuchstaben, hier (D. H.) oder (J. P. C. S.), versehen. Herr HOOKER hat sich sogar die Mühe gemacht, auf S. 39—46 eine Zusammenstellung neuerer Werke über die Anatomie des Auges zu liefern. Er hat sie — für den Benutzer recht bequem — nach den Anfangsbuchstaben der Verfassernamen geordnet, so daß man leicht feststellen kann, ob sich ein etwa gesuchter Name darin befindet oder nicht. Die Jahreszahl des Erscheinens der Arbeit findet sich unmittelbar hinter dem Verfassernamen.

Die Buchgröße schließt sich der Vorlage so genau an, daß ein Neudruck des deutschen Titels der dritten Auflage auf dem Blatt hinter dem englischen Titel eingefügt werden konnte; die Ausstattung ist nach Papier, Druck und Einband würdig und schön.

Nach brieflichen Mitteilungen des Herrn Herausgebers kann man auf das Erscheinen des zweiten Bandes um den Anfang des neuen Jahres hoffen. Wer an der Förderung der Wissenschaft auf diesem Gebiete Anteil nimmt, wird Arbeitseifer und -treue des Herausgebers anerkennen und ihm zu seinem Erfolge aufrichtig Glück wünschen. MORITZ V. ROHR, Jena.

DACQUÉ, EDGAR, Urwelt, Sage und Menschheit. München: R. Oldenburg 1924. XII, 359 S. Preis geh. 8,75; geb. 10,50 Goldmark.

„Urwelt, Sage und Menschheit" nennt der Münchner Paläontologe DACQUÉ seine „naturhistorisch-metaphysische Studie", die in kurzer Zeit einen großen, oft begeisterten, mindestens begierigen Leserkreis ergriffen hat, der weit über die Grenzen des speziellen Fachs und der Naturwissenschaften hinausreicht. Im Vorwort lesen wir, daß der Titel eine gewisse Gliederung des Stoffes im Buch sowohl als in der Reihenfolge der Erkenntnis bedeutet: In seinem „Handwerk", der Betrachtung fossiler Formen, kommt DACQUÉ zu selbständigen und vom Gewöhnlichen (oft gewohnheitsmäßig Hingenommenen) sehr abweichenden Anschauungen, die ihn in ihrer Konsequenz zur Menschheitsgeschichte führen. Der Kerngedanke des Buches ist dabei die Feststellung von Parallelitäten zwischen Sagen und Mythen einerseits und andererseits den Ergebnissen neuester paläontologischer und physikalisch-astronomischer Forschung. Er sieht auf Grund solcher Parallelen Sagen und Mythen nicht nur als psychologisch und phantastisch erklärbar an, sondern nimmt sie ernst als ursprünglich echte, wenn auch später nur noch formal nacherzählte Überlieferung von wirklich Erlebtem. DACQUÉ bleibt dabei nicht stehen — er selbst bezeichnet seine Grundeinstellung als durchaus *meta*physisch, der alles Physische nur Symbol sein kann, und sucht uns, vom Mythos ausgehend, zu den Tiefen menschlicher Seele alter, neuer und künftiger Zeit zu leiten.

Es ist selten, daß ein Naturwissenschaftler ohne Rücksicht auf eigene Scheu so persönlich schreibt, daß er die „Tatsachen", die aus Naturbeobachtung sich ihm ergeben, nicht als die Mauer nützt, hinter deren objektivem Dasein er sein Inneres und eigentlich Gefühltes versteckt, sondern daß sie nur der Angelpunkt für ihn sind, der sein Innenleben mit dem Außen verknüpft, die Richtung andeutet, in der die Verbindung zwischen beiden zu suchen sei.

Eine Äußerung wie dieses Buch mußte (und wollte) ein Glaubensbekenntnis werden, und es muß auch gerade darin wie in jedem Ausbruch wirklich persönlichen Gefühls eine starke Wirkung begründet liegen. Diese Wirkung soll von vornherein, von allem Inhalt abgesehen, hervorgehoben und durch keine Kritik geschmälert werden, eine Kritik, die vielleicht solchem oft geradezu dichterischem Ausdruck gegenüber nicht erlaubt wäre, wenn nicht zu viel Spezielles in scharf, fast spitzig begrenzter Formulierung dazu drängen würde.

Die Einleitung führt uns in das Hin und Her, in die Unsicherheit persönlichen Gefühls- und Gedankenkampfes eines Schaffenden im Suchen nach Wahrheit, nach der Einung dessen, was als Innen und Außen, Idee und Wirklichkeit, Wahrheit und „Tatsache" doch ewig getrennt bleiben muß. Es mag gut, vielleicht nach nüchternen Zeiten, die noch nicht zu lange vergangen sind, nötig gewesen sein, daß ein Naturwissenschaftler den Außenstehenden einen Blick in das zweifelvolle Innere gewährte, das durch die selbstauferlegte Beschränkung des Geäußerten so leicht dem Vorwurf der „Sicherheit" und des „Rechthabens" verfällt; er durfte vielleicht sogar dieses Zweifel und Verzweiflung trotzende Streben ein Gottsuchen nennen. Aber das Neue daran ist nicht, wie es so viele begrüßen, daß DACQUÉ ein Gottsucher *ist*, sondern daß er es *ausspricht*. (Auch dem so scharf angegriffenen Materialisten kann dieses ehrliche Streben niemals aberkannt werden, nur seinen Folgerungen kann man auf der Basis des Begrifflichen entgegentreten.) Wenn schon anerkannt werden soll, daß dies *einmal* gesagt wurde, so ist doch zu hoffen, daß es wenigstens in der Naturwissenschaft im allgemeinen dabei bleibe, daß jeder in sich verschließt, was die Helle des Tages und des Papiers so schwer erträgt.

Der erste, paläontologische Abschnitt des sachlichen Teils kommt zu anderen Folgerungen als die herrschende Form der Deszendenztheorie und ist in scharfer Angriffstellung gegen diese formuliert. DACQUÉ liest in Betrachtung fossiler Formen die durch große geologische Zeiträume sich hinziehende Abwandlung einer großen Zahl von *primär qualitativ verschiedenen Typen*; außerdem soll jede größere Erdperiode allen gerade lebenden Vertretern der verschiedenen Typen ihre bestimmte Eigenart bis zu weitgehender Konvergenzbildung aufgeprägt haben. So stünde also nach dieser „*Theorie der Typen und Zeitcharaktere*" am Ende einer Reihe von Vertretern eines Typus nie eine Stammform, die gleichzeitig für eine andere Art oder Reihe Stammform wäre. Bildlich gesprochen: die Entwicklung erfolgt statt in Form einer Verzweigung in parallelen Linien. Die zunächst imponierende Unklarheit des Formengesamtbildes soll eben die Zeitcharakterkonvergenz erklären. Eine Konsequenz ist, daß auch Gruppeneigenschaften wie „Säuger, Reptil, Amphib" an den Typus gebunden sind. Ein Säuger „kann nie" ein Reptil gewesen sein, er kann aber zu der Zeit, deren Charakter z. B. stirnäugig amphibisch vierfüßig war, ebenfalls in Konvergenz diesen Habitus gezeigt haben.

Im Moment leuchtet manches hiervon ein (s. australische Beutelfauna), aber in der Erwartung einer ausführlichen Begründung dieser Ansichten, die durch Vergleich *vielen Materials* erfolgen müßte, sieht man sich getäuscht. Sie könnte erfolgen, da DACQUÉ methodisch nur rein vergleichend arbeitet, ob er es will oder nicht (die „Innenschau" des Forschers, die er so hervorhebt, ist für jeden Schaffenden letztes Kriterium, sie ist keine „Methode"). Nachdem nur wenige Beispiele unklar und durchaus voreingenommen vorgetragen werden, muß sich eine so bewußt weitgreifende Theorie den Vorwurf der Flüchtigkeit gefallen lassen, vollends wenn sie alsbald trotz der zugestandenen Unsicherheit der Grenze von Typus und Zeitcharakter zum „Gesetz" erhoben wird, aus dem nun rückschließend die Entstehungszeiten der Typen abgelesen werden. (Auf irgendwelche formal begreifliche Erklärung dieser plötzlichen „Entstehung" verzichtet DACQUÉ zugunsten bewußt mystischer Vorstellungen). So wird alsbald das Alter des Menschen auf mindestens mesozoisch festgelegt, auch seine Körperformen (vom amphibisch Stirnäugigen an usw.) fortlaufend rekonstruiert.

Man kann sich nicht erwehren, als Anstoß für diese ganze Hast und Gewaltsamkeit den Wunsch durchzufühlen, die „streng wissenschaftliche Grundlage" zu den im folgenden näher ausgeführten Vergleichen mit dem Inhalt von Sagen und Mythen zu schaffen. Wir sehen in diesem Abschnitt allerdings Sagen von Drachen, von früherer Menschengestalt, von Sintflut und Atlantisuntergang in teilweise so einleuchtender Übereinstimmung mit dem wissenschaftlich Glaub-

lichen, daß wir mit DACQUÉ durchaus an den Ernst dieser vielleicht in uralter Zeit schon formulierten und seit alter Zeit nicht mehr lebendig verstandenen Überlieferungen glauben und viel Schönes daraus schöpfen können. Dazu wäre aber der ganze paläontologische Teil, der in seiner methodischen Unklarheit so sehr die Kritik herausfordert, nicht nötig gewesen; *daß* eine kontinuierliche Lebenskette von uns bis in jene Zeit hinabreicht, das zu glauben (es ist uns allen selbstverständlich) genügt, um das Folgende verstehen zu können; einer Entscheidung über Typen- oder Stammbaumtheorie braucht es dazu nicht.

Eines aber möge auch jetzt schon als Positives von DACQUÉS Angriff auf die uns oft allzu geläufige Deszendenztheorie hervorgehoben sein: Daß ein Angriff überhaupt möglich ist, soll uns daran erinnern, daß die Auflösung der qualitativen Vielheit der Lebensformen, die uns die Deszendenztheorie wertvoll macht, nur eine rein formale, eine scheinbare ist. Wenn wir, nur beispielshalber, als äußerste Konsequenz eine Urzelle als letzte Qualität annehmen wollten, so müßte ja alle je und jetzt verwirklichte Form (die aus ihr entstanden sein würde) als Möglichkeit, d. h. als wirkliche Qualität in ihr vereint gedacht werden. Die Summe der Qualitäten kann somit niemals reduziert oder aus unserer Gleichung eliminiert werden.

Wenn der zweite Teil des Buches, „Metaphysik", über Leib und Seele zu uns redet, über den Mythos als gewaltigen Ausdruck einer dämonisch naturverbundenen überindividuellen Menschheitsseele, über Sünde und Paradies, Tod und Erlösung, so wird jeder hier eine Kraft fühlen, die Respekt fordert, wenn er auch nicht Gefolgschaft leisten kann.

Den Optimismus des Verfassers selbst, daß die Menschheit Zeiten der Vervollkommnung entgegengehe, oder den vieler Leser, die in diesem Buch den Ölzweig sehen, kann ich nicht teilen. Betrachten wir Einzelheiten, wie die durchaus als selbstverständlich genommene Gleichsetzung der Glaublichkeit einer Einwirkung von Mensch zu Mensch (Suggestion) und von Mensch auf Stoff (Beschwörung, Zauberei), oder die glatte Annahme „übernatürlicher Kräfte" mit deren Hilfe unsere Vorfahren selbst „Naturwesen erzeugt", sogar vorgeschichtliche Monumentalbauten errichtet haben sollen — so müssen wir fürchten, daß hier an die Stelle des überwältigten Glaubenmüssens, nachdem sich unsere Zeit im Stillen sehnt, ein Glaubenwollen um jeden Preis getreten sein könnte. Gerade mit solcher Krampfhaftigkeit stellt sich das Buch noch mehr in die Reihe der typischen Charaktere unserer Zeit, als es schon tat mit seinen Begriffen wie Typus und Zeitcharakter; mit seiner Neigung, das Ziel seiner Wisenschaftlichkeit in der Rekonstruktion dessen, was gewesen „sein könnte" für erschöpft zu halten; mit seiner ehrlichen Verzweiflung im Suchen nach der Wahrheit — und auch wieder mit dem Reden über diese Dinge; nicht zuletzt mit seinem Optimismus im Bezug auf die Zukunft des Menschengeschlechts.

Möge das Buch viele Leser, keine Nachläufer finden. ROBERT WETZEL, Würzburg.

OSTWALD, WOLFGANG, **Licht und Farbe in Kolloiden.** Erster Teil: Optische Heterogenität, Polarisation, Drehung, allgemeine Absorption, Heteroganitätsfarben, Brechung (Die Ergebnisse bis 1914). Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff 1924. XIV, 570 S., 127 Textfiguren, 79 Tabellen und 17 Tafeln, darunter 5 farbige. Preis geh. 32, geb. 35 Goldmark.

Das Buch ist der erste Teil des ersten Bandes vom „Handbuch der Kolloidwissenschaft in Einzeldarstellungen", das Wo. OSTWALD herausgibt. Der Verfasser nennt sein Werk eine phänomenologische Monographie. Vorläufig hält er den Zeitpunkt für noch nicht geeignet, den betrachteten Stoff deduktiv zu behandeln. Er wählt daher den „bescheideneren, vorsichtigeren und wertbeständigeren" Weg der beschreibenden Darstellung. Erst einer späteren Epoche (sagt er in seiner Einleitung weiter) bleibt es überlassen, „die gegrabenen Diamanten .... in ein strengeres, insbesondere ausgiebiger mathematisch geziertes Gewand zu kleiden". Spätere Darstellungen werden freilich auch nach Wo. OSTWALDS Ansicht „eine allgemeine, jedenfalls elektronistische Theorie der Lichtaufnahme, Lichtumwandlung und Lichtabgabe" (gemeint ist offenbar die Theorie der Lichtquanten) nicht mehr umgehen können.

Über die Stoffteilung ist nichts zu bemerken; sie ist aus den oben zitierten Untertiteln des ersten Teils ersichtlich. Sie ist durch die deskriptive Art der Darstellung gegeben, die leider nur die Literatur bis 1914 umfaßt. Diese ist aber mit großer Sorgfalt verarbeitet, sowohl was die klassischen Theorien (RAYLEIGH, MIE) anlangt, als auch was die experimentellen Befunde und Methoden betrifft. Unter ihnen ist besonders der ultramikroskopischen Technik ein breiter Raum (ca. $^1/_5$ des Werkes) gewidmet. Dieser Abschnitt des auch sonst drucktechnisch sehr gediegenen Werkes ist besonders wertvoll durch 9 wundervolle Tafeln in Schwarzweißdruck und 5 farbenprächtige Beilagen in Buntdruck ausgestattet, die aus Abhandlungen von ZSIGMONDY, AGGAZZOTTI, GAIDUKOV und SIEDENTOPF entlehnt sind. Daß dagegen auf die spektral-photometrische Meßtechnik gar nicht eingegangen, sondern in einer Fußnote an die Lehrbücher der Physik verwiesen wird, muß im Hinblick auf den Titel des Buches in Erstaunen setzen. Die Absorptionsmessungen sind, sollte man denken, ebenso exakt und wichtig wie das Ultramikroskop.

Schließlich einige Einzelheiten: Sehr dankenswert ist der ausführliche historische Hinweis (S. 93) des Verfassers auf folgende, wohl wenig bekannte Tatsache: FARADAY erkannte schon 12 Jahre vor TYNDALL an der Trübheit einer Goldlösung im Lichtkegel, daß hier das Gold nicht gelöst, sondern „zerteilt" (diffused) sei. OSTWALD bezeichnet daher konsequent das Phänomen des gestreuten Lichtkegels als „Faraday-Tyndall-Effekt". Pietätvoll berichtet er, einige 66 Jahre alte Goldsole FARADAYS in London noch gut erhalten vorgefunden zu haben.

Nicht recht einleuchtend ist es, warum OSTWALD in dem einleitenden Abschnitt zu den Farberscheinungen an Kolloiden zwischen allgemeiner und selektiver Absorption unterscheidet. Es dürfte doch hinreichend eindeutig sein, wenn man das zu betrachtende System für jede Wellenlänge hinsichtlich des prozentischen Schwächungsvermögens $\left(\frac{J}{J_0}\right)$ oder bezüglich seiner Extinktion $\left(\log \frac{J_0}{J}\right)$, natürlich unter Berücksichtigung von Reflexionen, Schichtdicke und Konzentration an absorbierender Substanz, definiert. Der Ausdruck Extinktion wird ausschließlich für die Lichtschwächung in Metallen reserviert, obwohl hier nach HAGEN-RUBENS das Lambert-Beersche Gesetz genau so gilt, wie etwa nach v. HALBAN beim Chlor. Unverständlich ist ferner auf S. 314 der Satz: „Weiterhin unterscheidet sich die metallische Absorption oder Extinktion von der gewöhnlichen Absorption dadurch, daß für die erstere das Kirchhoffsche Gesetz über Gleichheit der

Wellenlänge von absorbiertem und emittiertem Licht *nicht* gilt usw.“

Im ganzen aber muß man gestehen, daß ein Buch vorliegt, das für den Fachmann ein übersichtliches Quellenwerk darstellt, dessen Gebrauch durch ein reichhaltiges Autoren- und Sachregister sehr erleichtert wird.

J. EGGERT, Berlin.

WEINLAND, R., **Einführung in die Chemie der Komplexverbindungen (Wernersche Koordinationslehre) in elementarer Darstellung.** 2. neu bearbeitete Auflage. Stuttgart: Ferdinand Enke 1924. XVIII, 537 S. und 60 Textabbildungen. 16 × 25 cm. Preis 24 Goldmark.

Im Jubeljahre der stereochemischen Theorie erscheint die zweite Auflage dieses vortrefflichen Werkes, ein lebendiger Beweis dafür, wie schnell die *moderne* Stereochemie auf dem Fundament der *klassischen* Lehre sich aufbaut und an Bedeutung und an Umfang gewinnt. Die neue Auflage wandelt durchaus auf denselben Pfaden wie die erste (vgl. „Die Naturwissenschaften“ **8**, 233. 1920) und bleibt somit, der unentbehrliche Weggenosse aller Chemiker, die über Molekular- und Komplexverbindungen arbeiten. Die Wernersche Theorie hat sich in diesen letzten Jahren wieder neue große Gebiete erobert. Sie ist eingedrungen in die Theorie der Grignardschen Reaktion (J. MEISENHEIMER), sie ist angewendet worden von A. HANTZSCH auf die Erklärung der Reaktionen der Säuren, von PFEIFFER auf die Theorie mancher farbiger Verbindungen und endlich von J. JACOB auf die Erklärung der Struktur der Silikate. Andererseits sind viele Untersuchungen den energetischen Grundlagen der Komplexbildung (FRITZ EPHRAIM, WILHELM BILTZ, A. MAGNUS) gewidmet worden und ferner haben die theoretischen Erörterungen von H. REIHLEN Licht in die Struktur mehrkerniger Verbindungen zu bringen versucht. Die Kosselsche Theorie stellte endlich Beziehungen her zwischen den Bildungsgesetzen der einfach- und polymolekularen Verbindungen und den Anschauungen der modernen Atomistik. Alle diese Ergebnisse sind in besonderen neuen Kapiteln der vorliegenden Auflage, zum Teil anhangweise berücksichtigt, und der Verfasser hat sich bei der Bearbeitung derselben der sachkundigen Hilfe von A. REIHLEN erfreuen können.

So kann man der zweiten Auflage, die auf der Höhe der Zeit geblieben ist, dieselben guten Wünsche mitgeben, die man für die erste hegte, in der Sicherheit, daß dieselben nach den großen bisherigen Erfolgen des Werkes in Erfüllung gehen werden.

A. ROSENHEIM, Berlin.

RIECKE, E., **Lehrbuch der Physik.** Zu eigenem Studium und zum Gebrauch bei Vorlesungen. Von ERNST LECHER. 7. Auflage. Erster Band: Mechanik und Akustik, Wärme, Optik. Berlin: Walter de Gruyter & Co. 1923. XVI, 656 S. und 458 Abbildungen. Preis 14 Goldmark.

Die vortreffliche Bearbeitung durch LECHER, die bereits zum zweiten Male erscheint, hat den Wert des Lehrbuches von RIECKE noch wesentlich erhöht. LECHER hat die Kunst der Darstellung, die er auf sein für die Mediziner bestimmtes Buch verwendet hat, hier dem Werke angedeihen lassen, das er vor einer Reihe von Jahren in seinen Schutz genommen hat. Er hat im Grunde genommen ein ganz neues Werk daraus geschaffen. Die Auswahl des Dargestellten und die Ausführlichkeit in der Darstellung der Einzelheiten bleiben bei einem Lehrbuch stets von dem Ermessen des Verfassers — hier des Bearbeiters — abhängig. Aber wer auf eine so umfassende Erfahrung wie LECHER zurücksieht, weiß, warum er in der Stoffverteilung und Vertiefung so und nicht anders verfährt. Sehr wesentlich bereichert ist die neue Auflage durch zahlreiche Literaturhinweise aus den letzten Jahren. Leider haben sich aber gerade hier Druckfehler eingeschlichen, die die Herren Korrektoren übersehen haben und die denen, die an den zitierten Stellen weiter Belehrung suchen, Schwierigkeiten bereiten werden.

ARN. BERLINER, Berlin.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 6. Dezember 1924 sprach Regierungsbaurat ERNST BOERSCHMANN (Berlin) über **Chinesische Landschaften.** Reisen durch China in den Jahren 1906 bis 1909 zwecks Erforschung der chinesischen Baukunst zeigten dem Vortragenden den engen Zusammenhang zwischen der, in der Baukunst sich offenbarenden chinesischen Kultur und der Landschaft. Nirgends ist der Einklang zwischen Volk und Natur so groß wie in China. Der Chinese bevölkert und beseelt die Landschaft mit Göttern, Geistern und Heiligen, er verbindet mit seinem Hause einen Garten, in dem er die Natur wiederholt, so wie er sie kennt und in dem möglichst alles zusammengetragen ist, was an Landschaftstypen existiert. Die Natur ist ihm die Wurzel alles Seins, was sich auch in der Ausführung der Einzelbauten und der Anlage der Städte ausdrückt. Der Chinese klebt an der Erde und baut daher keine hohen Häuser, aber alle Bauwerke sind nach Süden orientiert. Die Mitte mit den vier Haupthimmelsrichtungen, von denen der Osten männlich, der Westen weiblich ist, bilden die heilige Fünfzahl, die überall wiederkehrt und sich auch in den fünf altchinesischen heiligen Bergen kundgibt. Auf dem größten dieser heiligen Berge, O mi schan bei Kia-ting in der Provinz Sz-tschwan brachte der Vortragende drei Wochen zu. Die Weltabgeschiedenheit der zahllosen Klöster und die Abkehr ihrer Bewohner von der Außenwelt, gewähren dem Besucher eine höchst willkommene körperliche wie geistige Erholung.

Zahlreiche Lichtbilder zeigten die verschiedenen Baulichkeiten, Tempel, Klöster, Pagoden, Kaisergräber, große Mauer, Städte, Brücken usw. und veranschaulichten die wichtigsten Landschaftstypen, Ebenen, Gebirge, Täler, vereinzelt aufragende Inselberge von mitunter höchst phantastischen Formen, Flüssen, Seen, Küsten und Inseln. Merkwürdige Formen, Terrassen und senkrechte Wände bildet die Lößformation, eine 50 bis 60 m dicke, durch den Niederschlag von feinem Staub entstandene kalkhaltige Bodenschicht, in welche die Flüsse tiefe Schluchten eingegraben haben. Die Einwohner leben vielfach in Kellern, die in dem weichen Löß ohne große Mühe gegraben werden können, bei Erdbeben aber auch leicht einbrechen, wodurch sich die verheerende Wirkung solcher Naturereignisse in den Lößlandschaften erklärt. Bei dem letzten großen Erdbeben in der Provinz Kan-su am 16. Dezember 1920 verloren nach den offiziellen Angaben 200 000 Menschen ihr Leben. Viele wurden in den Lößhöhlen verschüttet und starben, weil sie nicht sofort ausgegraben werden konnten. Eine beständige Sorge Chinas bildet der Hwang-ho, der ein Gebiet von der doppelten Größe des Deutschen Reiches entwässert. Das Bett dieses Flusses liegt im Unterlauf fast überall höher als das umliegende Land, und Dammbrüche verursachen daher gelegentlich Überschwemmungskatastrophen, die alles hinter sich lassen, was aus anderen Teilen der Erde bekannt ist. Eigenartig ist die Erscheinung der Flut-

welle, die vom Meere her in die trompetenförmige Mündung der Flüsse als ein bis zu 5 m hoher Wasserschwall mit donnerndem Getöse stromaufwärts vordringt. Im Lößgebiet finden sich Salzsümpfe, in denen man durch Verdunstenlassen des Wassers Salz gewinnt. In anderen Gegenden wird Salzsole aus 1500 m tiefen Bohrlöchern gefördert und mit Hilfe der aus den gleichen Bohrlöchern aufsteigenden Gase eingedampft, ohne daß künstliche Feuerung erforderlich wäre.

O. B.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Das Rätsel der römischen Kornkammer im Ostjordanland. Östlich von Palästina liegt die gebirgige Tafel des Ostjordanlandes. An diese folgt nach Osten hin ein merkwürdiges Land von märchenhafter Fruchtbarkeit, das einst — nämlich einmal vor der Einwanderung der Juden nach Palästina und zum zweiten Male vor dem Einbruch der Araber — dicht besiedelt war. Das erste Mal besaßen Völker unbekannter Herkunft dort blühende Städte; die Beduinen jüdischen Stammes zerstörten sie und beherrschten das verödete Land als Nomaden. Das zweite Mal hatten Südaraber unter römischem Schutz ein dicht besiedeltes Kulturland — eine Kornkammer Roms — geschaffen; der Islam vernichtete alles. So ist es bisher geblieben. Nur in den Tälern des Haurans haben sich die Drusen gehalten, und auch in den Ebenen wurde im Bereich der sog. Trachonitis der Alten, in der heutigen Ledja, etwas Feldbau getrieben. Dasselbe gilt für die Landschaft Ruchbe im Osten des Haurans.

Das Rätsel besteht in folgendem: Wie war es möglich, in einer so fürchterlichen Steinwüste, wie es die Umgebung des Haurans ist, eine so hohe Kultur auf der Grundlage des Getreidebaues zu entwickeln?

Das Land ist vulkanisch, und zwar eine steinige Lavawüste der schlimmsten Art, z. T. eine sog. Harra, d. h. Lavavulkane, dichtgedrängt nebeneinander stehend, haben Ströme über Ströme entsandt und z. T. eine fürchterliche, schwarze Gebirgslandschaft, z. T. eine zerrissene, felsige Wüstenebene geschaffen. Es ist so gut wie unmöglich, außerhalb der schmalen Fußpfade das Felsgewirr zu überschreiten. Allein innerhalb dieser heißen sonnendurchglühten Lavawüste gibt es zahllose Ruinen von Städten und alte, von Steinmauern eingefaßte Felder. In geringem Umfang werden diese Felder übrigens heute noch bestellt, und zwar von Flüchtlingen, die dieses unnahbare Rückzugsgebiet aufsuchen.

Das Problem ist ein doppeltes, einmal ein klimatisches, sodann ein bodenkundliches.

1. Das Land ist äußerst regenarm und dem Äußeren nach entschieden Wüste. Wie ist da Feldbau möglich? Die Höhe der Niederschläge ist nicht bekannt, jedenfalls fallen sie äußerst unregelmäßig und Mißernten infolge von Trockenheit sind häufig. In der Ruchbe sind es die Überschwemmungen der Flüsse, die eine Niederung unter Wasser setzen; in den nassen Boden wird die Saat gestreut, die Bodenfeuchtigkeit genügt, um die Reife zu ermöglichen. Ähnlich mag es anderswo sein, örtlich wenigstens z. B. auf der Sohle von Haurantälern und am Fuße des Gebirges. Allein für die Mehrzahl der Felder kommen solche Überschwemmungen kaum in Frage.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß weniger der Regen als Tau und Schnee entscheidend sind.

Der *Taufall* ist im Herbste bereits sehr stark. Euting[1]) erlebte in dieser Jahreszeit fast täglich Morgennebel. Daß Taufall für das Getreide recht wichtig sein könnte, ist sicher. Allein es ist nicht bekannt, ob er auch während der Entwicklung des Getreides, im Winter und Frühling, dort wirksam ist.

Wahrscheinlich ist aber weit bedeutsamer der *Schneefall*. Die Winter sind selbst im mesopotamischen Tiefland sehr kalt und eine Schneedecke verhüllt wiederholt und tagelang das ganze Land. Auf den das Tiefland nur wenige hundert Meter überragenden Gebirgen liegt der Schnee in jedem Winter längere Zeit. Es kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß es auf der Tafel des Ostjordanlandes im Winter nicht selten schneit. Nun zeigt es sich aber überall in den Mittelmeerländern, daß der Schnee für das Gedeihen des Getreides maßgebend ist. Selbst in Alt- und Neukastilien bedingt ein Schneewinter eine gute Ernte. Damit wäre das *klimatische Problem* der Lösung nähergebracht.

2. Noch weit merkwürdiger aber ist das *bodenkundliche Problem*. Wie ist in solcher Lavafelswüste Feldbau möglich? Nach den Darstellungen von Wetzstein[1]) und anderen liegt unter Lavaplatten eine feine staubige Erde. In der Ledja ist sie braunrot, östlich des Haurans goldgelb. Sie ist so fein und locker, daß man sie nicht zu pflügen braucht; man streut die Körner einfach auf die Erde und eggt mit einem Akazienast die gesäte Fläche. Beim Reiten über diesen Boden entsteht ein leises Knistern; der Pferdehuf sinkt 3 Zoll tief ein. Durch Ablesen der Steine sind die Felder hergestellt worden. Wie ist dieser Boden entstanden?

Bestimmtes läßt sich nicht sagen, aber wahrscheinlich handelt es sich um folgendes:

In den Wüsten Ägyptens liegt unter dem Geröll und den Platten der Hamada, d. h. des Steinpflasters, das die Wüste überzieht, ein 20—50 cm mächtiger salzreicher Staubboden von sehr verschiedener Farbe. Es handelt sich um einen durch Verwitterung entstandenen Staub, dessen Salze von unten her die Steine des Pflasters zerfressen. Der Gedanke liegt nahe, daß die so rätselhafte Hauranerde nichts anderes als der Salzstaubboden der ägyptischen Wüste ist, — auf dessen Entstehung werden chemische Untersuchungen von Prof. Blanck in Göttingen ein Licht werfen. Die Arbeit, die unter dem Titel „Die Verwitterung in der ägyptischen Wüste" in den Abhandlungen der Hamburgischen Universität erscheinen wird, befindet sich im Druck —, daß sie ein *Verwitterungsboden* ist und in Ägypten heutzutage entsteht. Ob sie im Klima des Haurans auch entsteht, oder ob sie dort ein Vorzeitboden ist, weiß man nicht.

Faßt man die Hauranerde als einen Salzstaubboden unter einem Hamadapflaster auf, dann erklärt sich die so rätselhafte Entstehung der Felder, die man durch Ablesen der oberflächlich auf dem Boden liegenden Platten schafft. Das Land besteht zwar aus Lavaströmen. Unter dem Steinpflaster der Lavawüste entstand aber der Salzstaubboden; nach Entfernung der Lavaplatten tritt die fruchtbare Erde zutage. Auch die lockere Beschaffenheit spricht für eine Salzstaubschicht. Da das Vorhandensein des Staubbodens unter dem Hamadaschutt der Wüste erst durch die im Jahre 1914 von der Hamburger Wissenschaftlichen Stiftung nach

[1]) Euting, Tagebuch einer Reise in Innerarabien 1. 1897.

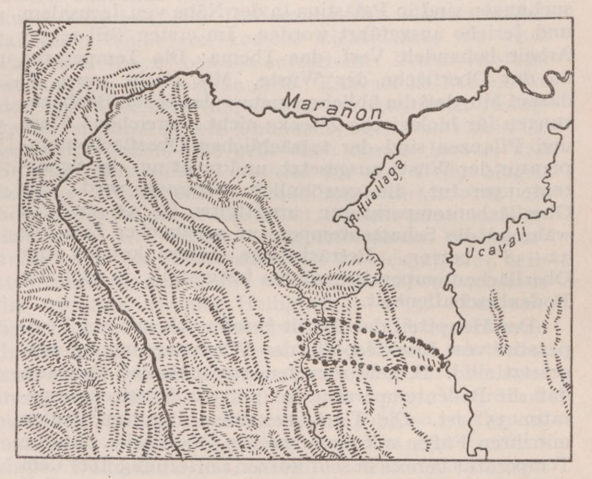
[1]) Wetzstein, Reise in die beiden Trachonen und um das Haurangebirge im Frühling 1858. Zeitschr. f. allg. Erdkunde. Berlin 1859; Oppenheim, Vom Mittelmeer zum Persischen Golf 1. Berlin 1899.

Ägypten entsandte Expedition festgestellt worden ist, so waren die Verhältnisse im Ostjordanlande, die Beschaffenheit der Hauranerde, die Möglichkeit, in einer so fürchterlichen Lavawüste Feldbau zu treiben und sogar eine Kornkammer aus der Wüste zu machen, einfach unverständlich. Nunmehr sind bestimmte Gesichtspunkte gefunden, aber erst Untersuchungen an Ort und Stelle werden ergeben können, ob die hier vertretene Auffassung sich bestätigt oder nicht. Jedenfalls handelt es sich um ein Problem, das große praktische Bedeutung erlangen könnte. Einst war der Hauran, als geordnete Verhältnisse herrschten, eine Kornkammer des römischen Reiches; könnte er es jetzt nicht wieder werden? Bei der heutzutage sich vollziehenden Neugestaltung in Palästina dürfte auch die Zeit gekommen sein, dieser wichtigen Frage sich zuzuwenden. S. PASSARGE.

Das Salzgebirge in Peru. Kürzlich erkundigte ich mich bei einem botanischen Fachmann nach *der trockenwüchsigen Flora der tropischen Regenwaldgebirge.*. Das starre Staunen über eine solche Frage zeigte, daß die Vermutung richtig sei: Entdeckungen von größtem Interesse könnten selbst in unserer wissenschaftlich so interessierten Zeit gänzlich in Vergessenheit geraten. Dieses Schicksal hat nämlich das riesige alpine Salzgebirgsland Perus gehabt. Entdeckt von den Conquistadoren, war es im 18. Jahrhundert durchaus bekannt. Der Leipziger Botaniker PÖPPIG hat es in den Jahren 1830/31 nicht nur bereist, sondern auch botanisch durchforscht und in seinem berühmten Reisewerk beschrieben. Was war der Erfolg? Völlige Vergessenheit! In der ganzen großen neueren Literatur findet sich kein Sterbenswörtchen von diesem so hoch interessanten Lande, nicht bei Spezialforschern Südamerikas, selbst nicht in dem pflanzengeographischen Werk von WEBERBAUER über Peru! Es ist einfach vergessen worden, und selbst die so überaus interessanten Sammlungen PÖPPIGS an der trockenwüchsigen Flora des Regenwaldes auf Salzboden scheinen verschollen zu sein. In Leipzig sind sie augenscheinlich nicht. Ob in Wien?

Das Salz-Hochgebirge hat nach PÖPPIGS[1]) Beschreibung allein am Huallaga eine Größe von 60 Quadratmeilen. Dazu kommt das am Ucayali. Es handelt sich am Huallaga um ein Hochgebirge von wohl 3000 m Meereshöhe. Das Huallagatal ist darin bis auf vielleicht 100—200 m Meereshöhe am Durchbruch durch die letzte Andenkette und im Übergang in das Amazonentiefland eingeschnitten. Es ist zur Zeit unmöglich, genauer seine Abgrenzung vorzunehmen (cf. Karte), nur der allgemeine Charakter dieses Regenwaldsalzgebirges läßt sich in großen Zügen festlegen. Es ist ein Kettengebirge aus langen Rücken von, wie gesagt, ca. 3000 m Meereshöhe. Das Gestein ist der Hauptsache nach Salz, d. h. Steinsalz oder Kochsalz von unbekanntem Alter. Ob es dem Perm, d. h. dem jüngsten Paläozoikum, oder der Trias oder gar noch jüngeren Formationen angehört, ist nicht bekannt. Auch über die Lagerungsverhältnisse weiß man nichts. Wohl aber ersieht man aus PÖPPIGS Darstellung, daß neben dem Steinsalz Mergel, Tone, wohl auch Kalksteine eine Rolle spielen.

Über die Pflanzendecke kann man nur folgendes sagen: Die Sohle des Huallagatales hat in den oberen Teilen des Flußsystemes Steppenklima. Trockene Steppenwälder und Grasfluren spielen eine große Rolle und zum Teil ist bei den Kulturen künstliche Bewässerung notwendig. Es ist nicht bekannt, wie in dem Steppensalzgebirge die näheren Verhältnisse sind, nur das eine darf man wohl annehmen, daß bereits in diesem Steppenteil des Salzgebirges Karsterscheinungen und Rutschungen stark sein dürften. Nach oben hin geht die Steppenvegetation in den immergrünen Nebelwald über. Dort gibt es kaum trockene Monate. Mag die Jahresmenge des Regens auch erheblich niedriger als in dem Regenwald des Tieflandes sein, die tägliche Durchnässung mit Nebel und Tau bewirkt, daß die Bäume triefen, daß mächtige Flechtenpolster herabhängen, und daß der Boden im dichten buschigen Unterholz mit einer Moosschicht bedeckt ist, die einem Schwamm gleicht. Die Bäume sind ziemlich niedrig, 10—20 m im Durchschnitt und stehen dicht. Im Salzgebirge sind sie ausgesprochen trockenwüchsig, mit harten, lederartigen, kleinen Blättern und dichten, sperrigen Ästen. Dieser xerophile Nebelwald breitet sich nach Norden hin nicht nur über das Hochgebirge aus, sondern steigt auch in das feuchtheiße Tiefland der Täler hinab. Dort nimmt er aber auf dem Salzgestein nicht etwa die Form des hochstämmigen Regenwaldes an, sondern er behält die Beschaffenheit des niedrigen, xerophilen Buschwaldes bei.



Das Salzgebirge in Peru.
Die punktierte Linie zeigt die ungefähre Lage.

Entsprechend dem Vorhandensein des Moosschwammes auf dem Boden ist infolge der Auflösung des Salzes eine großartige Karstbildung im Gange. Ein Gewirr von Dolinentrichtern, steilwandigen Naturschächten, scharfen Graten, wohl auch unterirdischen Höhlen zieht sich über das Salzgebirge hin und zwar überall unter der Walddecke, sofern nicht infolge von Rutschungen kahle Gesteinswände entstanden sind. Solche Rutschungen sind nun freilich in großartigstem Maßstabe entwickelt. Sie bedecken alle Hänge, sie haben lange und tiefe Zirkusschluchten entstehen lassen und zwischen den zurückweichenden Zirkusschluchten sind scharfe Grate entstanden, auf denen die Bäume gleichsam reiten, indem sie ihre Wurzeln nach den Seiten hin in die Luft strecken. So schmal sind die Grate, daß man die hervorspringenden Wurzeln oft als Weg benutzen, so steil die Wände, daß man oft an den Lianen emporklettern muß. Die Indianerinnen haben sich sogar mit Hilfe von Lianenleitern gleichsam Baumpfade hergestellt. Am großartigsten wirken sich aber die

[1]) PÖPPIG, Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonenstrom in den Jahren 1827—1832 Bd. II. Leipzig 1835.

Rutschungen am Huallagefluß aus. Dort löst das gegen die Ufer andrängende Wasser die Salzmassen auf, unterhöhlt sie und veranlaßt Bergstürze. Pöppig beschreibt einen solchen. Er hatte das ganze Bett und Tal verstopft. Ein Stausee war entstanden und später unter ausgedehnten Überschwemmungen der talabwärts gelegenen Sohle durchgebrochen.

Es verlohnt sich wohl der Mühe auf dieses außerordentlich interessante und anscheinend ganz vergessene Gebiet aufmerksam zu machen. Es ist nach jeder Richtung interessant für Geographen, Geologen und Botaniker. Vielleicht gelingt es letzteren den Verbleib der Pöppigschen Sammlungen zu ermitteln.

S. Passarge.

Über Hitze, Feuchtigkeit und tierisches Leben in den Wüsten macht soeben Buxton interessante Mitteilungen, die um so wertvoller sind, als sie von Experimenten begleitet werden. (Vgl. Buxton, Heat, Moisture and Animal Life in Deserts Proc. of the Royal Society, **96**, Nr. 3, 673. London S. 123—131. 1924.) Die Untersuchungen sind in Palästina in der Nähe von Jerusalem und Jericho ausgeführt worden. Im ersten Teil seiner Arbeit behandelt Verf. das Thema: Die Temperatur an der Oberfläche der Wüste. Mit Recht weist B. darauf hin, daß die üblichen meteorologischen Beobachtungen für biologische Zwecke nicht ausreichen. Tiere und Pflanzen sind der tatsächlichen Oberflächentemperatur der Wüste ausgesetzt, und nicht nur der Schattentemperatur, die gewöhnlich gemessen wird. Als Oberflächentemperaturen ermittelte B. 55—62° C, während die Schattentemperatur zu gleicher Zeit nur 32—38° betrug. Beträchtliche Schwankungen der Oberflächentemperatur werden festgestellt, je nach der Bodenbeschaffenheit.

Der Hauptteil der Arbeit befaßt sich mit der Temperatur von Insekten, die der Wüstenbesonnung ausgesetzt sind. B. geht von dem tatsächlichen Fall aus, daß die Bodentemperatur 60° und die Schattentemperatur 35° ist. Die Tiere, besonders Insekten, laufen mit ihren Füßen auf dieser heißen Oberfläche. Da die Temperatur bereits in sehr kurzer Entfernung über dem Boden beträchtlich abfällt, so ist das Tier nur zum Teil der sehr hohen Temperatur ausgesetzt. Es fragt sich nun, wie hoch die Körpertemperatur dieser Wüstentiere, die am Boden leben, tatsächlich ist. Zur Messung der Körpertemperatur seiner Versuchstiere (Insekten) verwendet B. ein Thermoelement, welches aus Silberkonstantan besteht. Die zur Messung dienende Thermonadel führt B. durch den After oder durch die Genitalöffnung in den Tierkörper ein bis zum Thorax. Die weiteren technischen Einzelheiten seiner Messungen sind nicht angegeben. Er stellt nun fest, daß die Körpertemperatur dieser Insekten immer *niedriger* ist als die Bodentemperatur aber höher als die Schattentemperatur. Seine Ergebnisse stellt B. in folgender Tabelle zusammen.

Insektenart	Körpertemperatur	Temperatur der Bodenoberfläche	Schattentemperatur
Adesmia ulcerosa .	36	38	22
Adesmia ulceroa . .	38	38,5	22
Adesmia ulcerosa .	37,5	42,5	23
Adesmia ulcerosa .	39,5	44	27,3
Pyrgodera armata .	33,5	39	23
Sphingonotus mecheriae.	40	44	26,5
Calliptamus italicus	39,5	45	26,7

Hinzugefügt sei noch, daß Adesmia ulcerosa ein Käfer, Pyrgodera armata, Sphingonotus mecheriae und Calliptamus italicus Heuschrecken sind. — Weiterhin machte B. folgende Versuche. Eine Anzahl der Tiere (s. o.), von denen er festgestellt hatte, daß sie im Leben eine niedrigere Temperatur zeigten als die Umgebung, tötete er ab. Dann setzte er gleicherweise lebende Individuen und tote Individuen, letztere in der gleichen Stellung wie die lebenden, der Besonnung aus und fand, daß die toten Tiere beträchtlich höhere Temperatur aufwiesen als die lebenden. Die Temperaturdifferenz war z. B. bei Adesmia, welche schwarz gefärbt ist, zwischen toten und lebenden Tieren 2—9°. Bei Sphingonotus und Calliptamus, die hellgelb, d. h. bodenfarbig gefärbt sind, nur 0,5—2°. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen stellt B. sehr anschaulich graphisch dar. Die merkwürdige Tatsache, daß die lebenden Tiere kühler sind als ihre Umgebung. versucht B. in der Weise zu erklären, daß er annimmt, durch sehr starke Wasserabgabe würde diese Temperaturverminderung erzielt. Ob die Ansicht von B. in vollem Umfange gültig ist, bedarf noch experimenteller Prüfung. Jedenfalls müßten die Wüstentiere außerordentlich große Mengen von Wasser verdampfen, um die tatsächliche Temperaturverminderung zu erzielen. Daß Tiere tatsächlich bei einer Oberflächentemperatur von 60—62° zu leben vermögen bei einer relativen Feuchtigkeit der Luft von nur 20—23%, wird mit Beispielen belegt. Z. B. fand B., daß Vollkerfe und Larven von Eremiaphilia genei Lef. (Gottesanbeterin), Fischeria boetica Ramb. (Heuschrecken) sich in der Sonne bei dieser Temperatur tummeln.

Besonders besprochen und untersucht wurde von B. noch die Form Calliptamus (Kripa) coelesyriensis (Heuschrecke), da sie in zwei Formen auftritt, und zwar in einer hellgelben, wüstenfarbigen und sehr dunklen schokoladenbraunen, fast schwarzen Form. Festgestellt wird, daß die schokoladenbraune Form ungefähr 4—5° wärmer ist als die hellgelbe Form. Beide sind aber kühler als die Oberfläche des Bodens, auf dem sie leben. Sie sind aber wieder wärmer als die Schattentemperatur zu gleicher Zeit. B. weist darauf hin, daß hier für den Physiologen sehr interessante Probleme noch vorliegen, nämlich festzustellen, ob die Eiweiße der Wüsteninsekten in ganz besonderer Weise zusammengesetzt sind, oder ob eine besondere kolloidale Beschaffenheit des Körpers diesen Formen ermöglicht, in so ganz extrem hohen Temperaturen auszuhalten.

Der letzte Teil von B.s Untersuchungen befaßt sich mit der Frage, woher diese Wüstentiere das notwendige Wasser beziehen. Er findet folgende Erklärung: trotz der Lufttrockenheit am Tage ist in der Nacht die Luft in den Wüsten unter Umständen mit Wasserdampf gesättigt. Es finden sich nach B. nun auf dem Wüstenboden Pflanzenreste, die im üblichen Sprachgebrauch als „lufttrocken" bezeichnet werden. Es steht noch nicht fest, welche Pflanzenarten diese Reste liefern. B. untersucht dieses Pflanzenmaterial auf seinen Wassergehalt hin, und er findet, daß es außerordentlich hygroskopisch ist, und unter Umständen bis zu 80% Wasser gebunden enthält. Derartiges Pflanzenmaterial sammelte er z. B. in glühender Sonnenhitze um 2 Uhr mittags und stellte den Wassergehalt fest. Dabei fand B., daß noch 60% Wasser in diesen scheinbar lufttrockenen Pflanzenteilen gebunden war. Dieses Wasser ist es, welches nach seiner Meinung den Wüstentieren vornehmlich als „Quelle" dient. Nicht nur die Insekten nehmen derartige Pflanzenreste auf; B. glaubt vielmehr, daß auch Vögel, Eidechsen und Formen wie Ameisen, Gottes-

anbeterinnen, Laufkäfer und andere, die sonst hauptsächlich fleischfressende Arten sind, sich diese merkwürdige Wasserquelle zunutze machen. — Ob alle Schlüsse von B. richtig sind, müssen weitere Untersuchungen lehren. Für wesentlich ist es jedoch zu erachten, daß Verf. an die Frage des tierischen Lebens in den Wüsten mit experimentellen Untersuchungen heranging.

ALBBECHT HASE.

Astronomische Mitteilungen.

Die kleine Magellanische Wolke. Unter dem Titel „The Magellanic Clouds" hat Shapley vorläufige Ergebnisse einer ausgedehnten Untersuchung über Helligkeit und Farbe der Magellanischen Wolken veröffentlicht[1]). Zuerst bedurfte es der exakten Festlegung einer *Normalsequenz* von Sternen[2]), um an diese Sequenz die Sterne der Wolke anschließen zu können. Die Normalsequenz selbst aber mußte ihrerseits wieder angeschlossen werden an das Mt. WILSON-System, auf welches heutzutage alle Helligkeitsuntersuchungen bezogen werden. Das Mt.-WILSON-System ist in der Nordpolarsequenz gegeben. Der erste Schritt war, zwei „Harvard Standard regions" mit — 15° Deklination an die Polsequenz anzuschließen. An diese „Standard regions" wurden nun ihrerseits vier Sternfolgen in der kleinen Wolke angeschlossen. Dadurch war die Helligkeitsskala einwandfrei festgelegt.

Der Abstand der Wolke konnte nun mit Hilfe der δ-Cepheiveränderlichen bestimmt werden. Bei diesen Sternen besteht ja bekanntlich ein enger Zusammenhang zwischen Periode und absoluter Helligkeit[3]), und zwar in der Weise, daß die absolute Leuchtkraft wächst mit der Periode. SHAPLEY hat die Entfernungen der Kugelsternhaufen mit Hilfe dieses Zusammenhanges abgeleitet, indem er zeigte, daß sich die kurzperiodischen Haufenveränderlichen (Periode kleiner als ein Tag) stetig an die langperiodischen Veränderlichen anreihen (Periode größer als ein Tag). In den Kugelhaufen kommen nämlich fast ausschließlich kurzperiodische Cepheiveränderliche vor, so daß die Parallaxen der Haufen auf dem Zusammenhang zwischen Periode und Leuchtkraft der kurzperiodischen Veränderlichen beruhen.

Der Haupteinwand, der gegen diese Methode der Parallaxenbestimmung bei kugelförmigen Sternhaufen gemacht wurde und noch gemacht wird, ist der, daß es nicht erwiesen ist, daß man die für die langperiodischen δ-Cepheiveränderlichen geltende Periodenhelligkeitskurve verlängern darf in das Gebiet der kurzperiodischen Cepheiveränderlichen. Tut man dies, so heißt das: ein kurzperiodischer δ-Cepheiveränderlicher ist prinzipiell das gleiche wie ein langperiodischer, und der eine geht in den anderen über, wenn man die den Zusammenhang zwischen Leuchtkraft und Periode bedingenden physikalischen Konstanten (im wesentlichen wohl die Masse) stetig ändert. Daß dies zutrifft, ist keineswegs bewiesen, sondern nur dadurch wahrscheinlich gemacht, daß sich in der Periodenhelligkeitskurve die kurzperiodischen Veränderlichen tatsächlich stetig an die langperiodischen Veränderlichen vom δ-Cepheitypus anzureihen scheinen. Man kann ebensogut der Ansicht sein, daß die kurzperiodischen Veränderlichen etwas prinzipiell anderes sind als die langperiodischen. — In der kleinen Magellanischen Wolke liegen die Verhältnisse insofern günstig, als sie eine sehr große Anzahl langperiodischer δ-Cepheiveränderlicher enthält, und man deshalb ihren Abstand mit Hilfe der langperiodischen δ-Cepheisterne allein ableiten kann. Auf diese Weise findet SHAPLEY, indem er seinen alten Nullpunkt für die absoluten Helligkeiten zugrunde legt, die in die Periodenhelligkeitskurve eingehen, eine Entfernung der kleinen Magellanischen Wolke von 102 000 Lichtjahren, die einer Parallaxe von $0''.000\,032$ entspricht. Dieser Abstand ist wohl um 30—50% zu groß. Eine solche Korrektion des Shapleyschen Nullpunktes der absoluten Helligkeiten ist durch neuere Untersuchungen wahrscheinlich gemacht worden. Sie geht auch daraus hervor, daß SHAPLEY mit seiner Parallaxe für die kleine Magellanische Wolke enorm große Leuchtkräfte für die hellsten Sterne der Wolke erhält, die sehr unwahrscheinlich sind. Die hellsten langperiodischen Cepheiveränderlichen im Sternsystem, die zu den absolut hellsten Sternen gehören, die wir kennen, haben höchstens die absolute visuelle Helligkeit $-4^m{,}5$. SHAPLEY findet für die hellsten langperiodischen δ-Cepheisterne der Wolke, die noch um zwei Größenklassen schwächer sind, als die hellsten überhaupt vorkommenden Wolkensterne eine absolute Helligkeit von $-5^m{,}5$. Vergrößert man die Parallaxe eines Sternes um 50%, so verkleinert man seine absolute Helligkeit um etwa eine Größenklasse. Dann käme den hellsten veränderlichen Sternen der Wolke die absolute Helligkeit $-4^m{,}5$ zu, in sehr guter Übereinstimmung mit den Erfahrungen im Sternsystem. — Mit Hilfe der Parallaxe und dem scheinbaren Durchmesser der Wolke läßt sich ihr linearer Durchmesser abschätzen. SHAPLEY kommt damit auf einen Wert, der gleich der fünfzigfachen Entfernung Sonne—Hyaden ist.

Das Verteilungsgesetz der scheinbaren Helligkeiten der Sterne der Wolke, welches äquivalent ist dem Verteilungsgesetz ihrer absoluten Helligkeiten, weil man alle Sterne der Wolke praktisch in der gleichen Entfernung annehmen darf, bestimmt SHAPLEY mit Hilfe von 6800 Sternen aus sechs verschiedenen Regionen der Wolke. Es zeigt sich, daß das Verteilungsgesetz der Leuchtkräfte stark mit der gewählten Gegend in der Wolke schwankt. Es scheint abhängig zu sein von der Sterndichte in der Wolke. Aus SHAPLEYS Zählungen greife ich hier die Regionen I und II, nach SHAPLEYS Bezeichnung, heraus. Region I liegt am Rande der Wolke, Region II in einem der sternreichsten Teile. Die folgenden Zahlen geben ein Bild von der relativen Häufigkeit der Sterne verschiedener Leuchtkraft in den zwei Gebieten. Die relative Häufigkeit ist gleich der Anzahl Sterne eines Helligkeitsintervalls, dividiert durch die Gesamtzahl der im betreffenden Gebiet vorkommenden Sterne.

Im Gebiet I haben wir ein kontinuierliches Ansteigen der relativen Sternzahlen in dem herausgegriffenen

[1]) SHAPLEY, Harvard Circular 255 und 260.

[2]) Unter einer Normalsequenz von Sternen versteht man eine Reihe von Sternen, die nach ihrer Helligkeit möglichst gleichmäßig über ein bestimmtes Helligkeitsintervall verteilt sind. Die Helligkeiten der Sterne der Sequenz werden möglichst genau festgelegt durch zahlreiche Messungen, und an die dadurch entstehende Helligkeitsskala werden alle weiteren Helligkeitsmessungen angeschlossen. Der Anschluß geschieht dadurch, daß man neben dem Hauptobjekt, welcher untersucht werden soll (irgendeine Gegend des Himmels) auf die gleiche Platte noch die Sequenz photographiert. So ist die Nordpolarsequenz z. B. eine Folge von Sternen verschiedener Helligkeit in Polnähe.

[3]) SHAPLEY, Mt. Wilson Contr. 151.

Helligkeitsintervall		16,6 – 16,8	16,9 – 17,1	17,2 – 17,4	17,5 – 17,7	17,8 – 18,0	16,6 – 18,0	Sterndichte
Relative Häufigkeit im	Gebiet I	0,020	0,071	0,121	0,294	0,415	0,921	13
	Gebiet II	0,080	0,168	0,198	0,204	0,237	0,887	37

Helligkeitsintervall von 16,6—18,0; im Gebiet II dagegen, das eine etwa dreimal größere Sterndichte besitzt als das Gebiet I, macht sich eine ganz ähnliche Abweichung der Verteilungskurve von einer gewöhnlichen Fehlerkurve bemerkbar, wie bei manchen kugelförmigen Sternhaufen: Wir erhalten eine Anhäufung von Sternen bei einer „kritischen" Helligkeit. Nach den Untersuchungen über Kugelhaufen[1]) liegt diese „kritische" absolute photovisuelle Helligkeit zwischen $+ 0^m,5$ und $+ 1^m,5$. Der durchschnittliche Farbenindex dieser Sterne ist etwa $+ 0^m,30$. Wird somit die Abweichung der Verteilungskurve des Gebietes II von einer einfachen Fehlerkurve von der gleichen Kategorie von Sternen hervorgerufen, wie dies bei den Kugelhaufen der Fall ist, so kann man durch Hinzunahme der scheinbaren Helligkeit dieser Sternklasse in der Wolke die Parallaxe der Wolke finden. Die mittlere scheinbare photographische kritische Helligkeit für die kleine Magellanische Wolke ist nach Shapley etwa $17^m,4$, also die photovisuelle Helligkeit etwa $17^m,1$. Diese scheinbare Helligkeit entspricht einer absoluten Helligkeit zwischen $+ 0^m,5$ und $+ 1^m,5$. Man findet somit, daß die Parallaxe der Wolke schwankt zwischen 0,000048 und 0″000098, wieder ein Beweis dafür, daß der Nullpunkt der absoluten Helligkeiten in Shapleys Periodenhelligkeitskurve zu kleine Parallaxen liefert.

Bestimmt man unter der Voraussetzung, daß die Sternzahlen in der Wolke bis zur scheinbaren Helligkeit $23^m,0$ in gleichem Maße wachsen, wie zwischen $16,0^m$ und $18^m,0$, so erhält man eine sehr große Gesamthelligkeit der Wolke. Sie würde der scheinbaren Helligkeit eines Sternes zwischen $- 0^m,9$ und $+ 0,1^m$ entsprechen. Man kann daraus zwei Folgerungen ziehen: 1. Die scheinbare Gesamthelligkeit der Wolke ist tatsächlich so groß, was schwer meßbar ist wegen der großen Ausdehnung der Wolke, aber wenig Wahrscheinlichkeit hat; oder 2. es gibt nur noch verhältnismäßig wenig Sterne in der Wolke schwächer als $18^m,0$ photographisch, also etwa $+ 1^m,0$ absolut. Dieser Schluß würde bedeuten, daß die Wolke sich ausschließlich aus Riesensternen zusammensetzt, also ein junges Sternsystem darstellt.

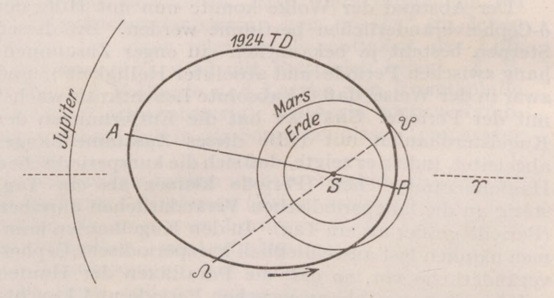
Für kosmogonische Untersuchungen kann erwartet werden, daß das Material über Helligkeit und Farbe der Sterne der Magellanischen Wolken sehr wertvoll ist. Enthalten diese doch viele langperiodische und kurzperiodische Veränderliche vom δ-Cepheitypus, und setzen sie sich doch aus Gebieten zusammen, in denen die Verteilungsgesetze der Leuchtkräfte der Sterne ganz verschieden sind; also vermutlich wohl auch aus Gebieten ganz verschiedenen Alters.

P. ten Bruggencate.

Ein neuer interessanter Asteroid. Der große Schwarm der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter hat durch die Entdeckung eines ungewöhnlich interessanten Objektes eine neue Bereicherung erfahren. Am 23. Oktober 1924 fand W. Baade auf der Hamburger Sternwarte in Bergedorf ein helles Objekt 9. bis 10. Größe mit der außerordentlich starken rechtläufigen täglichen Bewegung von + 4,8 m in Rektaszension und — 40′ in Deklination. Das völlig fixsternartige Aussehen ließ keinen Zweifel übrig, daß man es mit einem kleinen Planeten zu tun habe. Die außergewöhnliche Bewegung deutete auf eine sehr interessante Bahn hin und so wurde, begünstigt von gutem Wetter, das Objekt viel und regelmäßig beobachtet. Aus den Beobachtungen von Okt. 23 (Bergedorf), Nov. 8 (Heidelberg, Mailand, Frankfurt a. M.) und Nov. 24 (Babelsberg) wurden folgende elliptische Elemente abgeleitet:

Periheldurchgang T = Sept. 28,4,
Große Halbachse $a = 2{,}666$ Astr. Einh.,
Umlaufszeit $T = 4{,}353$ Jahre,
Exzentrizität $e = 0{,}539$ Astr. Einh.,
Neigung gegen die Ekliptik $i = 26° \, 9'$
Knotenlänge $\Omega = 216° \, 26'$,
Perihellänge $\pi = 347° \, 2'$.

Die Bahn ist ausgezeichnet durch die sehr große Exzentrizität in Verbindung mit großer Neigung.



Ähnliche Exzentrizitätswerte, aber wesentlich kleinere Neigungen haben die 1911 bzw. 1918 entdeckten Asteroiden (719) Albert und (887) Alinda ($e = 0{,}54$ bzw. 0,53, $i = 11°$ bzw. 9°). Alle 3 Bahnen liegen zum Teil innerhalb der Marsbahn; im Aphel kommen sie aber auch Jupiter ziemlich nahe. Der neue Planet, der die provisorische Bezeichnung [1924 TD] erhalten hat, erreicht aber nicht ganz eine so kleine Erdentfernung wie die beiden älteren Objekte. In der jetzigen Erscheinung war die kleinste Entfernung von der Erde 0,50 A. E. In günstigerer Stellung kann diese aber noch einen wesentlich kleineren Wert annehmen. (Sichere Zahlenangaben auf größere Zeiträume sind noch nicht möglich, da die Bahnbestimmung dazu noch nicht ausreichend ist.) Die Helligkeit des neuen Objektes scheint nach photometrischen Beobachtungen von Graff in Bergedorf am 24. bis 26. Oktober und 3. November um etwa 0,4 Größenklassen veränderlich gewesen zu sein. Die mittlere Helligkeit war 9,83, die Farbe weiß. Nach neueren Messungen vom 15. November hat Graff trotz 5stündiger Beobachtung am großen Refraktor keinen Lichtwechsel $> 0{,}05$ Größenklassen erkennen können. In günstigerer Stellung kann [1924 TD] noch etwas heller werden; im Aphel ist er ein Sternchen 15. bis 16. Größe. Da in der jetzigen Erscheinung die Helligkeit nur langsam abnimmt und die geozentrische Bewegung für die Beobachtung günstig ist, so wird die Verfolgung des Planeten bis ins Jahr 1925 hinein keine Schwierigkeiten machen.

G. Stracke.

[1]) ten Bruggencate, Seeliger Festschr. 1924, S. 50.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 / Verantwortlich für den Anzeigenteil C. Lemke, Berlin W / Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig